I. Akad. nauk

MÉMOIRES

DE

L'ACADÉMIE IMPÉRIALE DES SCIENCES

DE

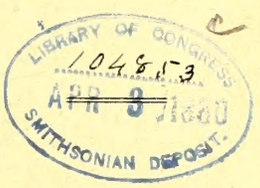
SAINT-PÉTERSBOURG.

VII^E SÉRIE.

TOME XXVI.

(Avec 24 planches.)

43
7118



SAINT-PÉTERSBOURG, 1879.

Commissionnaires de l'Académie Impériale des sciences:

à St.-Pétersbourg
MM. Eggers et C^ie, J. Issakof et J. Glasounof;

à Riga
M. N. Kymmel;

à Leipzig
M. Léopold Voss.

Prix: 9 Roubl. arg. = 30 Mrk.

AS262
.S32

Imprimé par ordre de l'Académie Impériale des sciences
Août 1879. C. Vessélofski, Secrétaire perpétuel.

Imprimerie de l'Académie Impériale des sciences.
(Vass-Ostr., 9 ligne, № 12.)

506.47
A33
7e ser.
t.26
1879
W.Stks.

TABLE DES MATIÈRES

DU TOME XXVI.

№ 1.

Die Algenflora des Weissen Meeres und der demselben zunächstliegenden Theile des Nördlichen Eismeeres. Von **Christoph Gobi.** 92 pages.

№ 2.

Untersuchungen über die Theorie des Encke'schen Cometen. II. Resultate aus den Erscheinungen 1819—1875. Von Dr. **E. von Asten.** 125 pages.

№ 3.

Ueber den galvanischen Widerstand verdünnter Lösungen von Verbindungen des Kalium, Natrium, Ammonium und des Wasserstoffs. Von **R. Lenz.** 51 pages.

№ 4.

Studien auf dem Gebiete der Absorbtionsspectralanalyse. Von Dr. **B. Hasselberg.** (Avec 4 planches.) 40 pages.

№ 5.

Tentamen Synopseos Rhinocerotidum viventium et fossilium. Auctore **J. F. Brandt.** (Avec 1 planche.) II et 66 pages.

№ 6.

Mittheilungen über die Gattung Elasmotherium, besonders den Schädelbau derselben. Von **J. F. Brandt.** (Avec 6 planches.) I et 36 pages.

№ 7.

Études sur les éponges de la Mer Blanche. Par **C. Merejkowsky.** (Avec 3 planches.) 51 pages.

№ 8.

Ueber die Bestimmung der absoluten Inclination mit dem Inductions-Inclinatorium. Von **H. Wild.** (Avec 3 planches.) 46 pages.

№ 9.

Recherches sur l'influence exercée par l'isomérie des alcools et des acides sur la formation des éthers composés. Par **N. Menschutkin.** Deuxième mémoire. 31 pages.

№ 10.

Embryologische Studien. Von Prof. **A. Famintzin.** (Avec 3 planches.) 17 pages.

№ 11.

Ueber die Rinde des Grosshirns beim Delphin und einigen anderen Wirbelthieren nebst einigen Bemerkungen über die Structur des Kleinhirns. Von **Ph. Owsjannikow.** (Avec 1 planche.) 92 pages.

№ 12.

Vergleichend-histiologische Untersuchung der Gramineen- und Cyperaceen-Wurzeln, insbesondere der Wurzel-Leitbündel. Von **I. Klinge.** (Avec 3 planches.) 70 pages.

№ 13.

Die Kohlensäure des Blutes. Von **J. Setschenow.** 62 pages.

№ 14 ET DERNIER.

Ueber die Dämpfung von Schwingungen bei grössern Amplituden. Von **O. Chwolson.** 39 pages.

MÉMOIRES
DE
L'ACADÉMIE IMPÉRIALE DES SCIENCES DE ST.-PÉTERSBOURG, VII^E SÉRIE.
TOME XXVI, N° 1.

DIE ALGENFLORA

DES

WEISSEN MEERES

UND

DER DEMSELBEN ZUNÄCHSTLIEGENDEN THEILE

DES

NÖRDLICHEN EISMEERES

VON

Christoph Gobi,
Privat-Docent an der Kaiserlichen Universität zu St.-Petersburg.

(Présenté à l'Académie le 2 Mai 1878.)

LIBRARY OF THE
JAN 29
SMITHSONIAN DEPOSIT.

ST.-PÉTERSBOURG, 1878.
Commissionnaires de l'Académie Impériale des sciences:

à St.-Pétersbourg:	à Riga:	à Leipzig:
MM. Eggers et C^ie, J. Issakof et J. Glasounof;	M. N. Kymmel;	M. Léopold Voss.

Prix: 75 Kop. = 2 Mark 50 Pf.

MÉMOIRES
DE
L'ACADÉMIE IMPÉRIALE DES SCIENCES DE ST.-PÉTERSBOURG, VII^E SÉRIE.
TOME XXVI, N° 1.

DIE ALGENFLORA

DES

WEISSEN MEERES

UND

DER DEMSELBEN ZUNÄCHSTLIEGENDEN THEILE

DES

NÖRDLICHEN EISMEERES

VON

Christoph Gobi,

Privat-Docent an der Kaiserlichen Universität zu St.-Petersburg

(Présenté à l'Académie le 2 Mai 1878.)

ST.-PETERSBOURG, 1878.

Commissionnaires de l'Académie Impériale des sciences:

à St.-Pétersbourg:
MM. Eggers et C^ie, J. Issakof et J. Glasounof;

à Riga:
M. N. Kymmel;

à Leipzig:
M. Léopold Voss.

Prix: 75 Kop. = 2 Mark 50 Pf.

Imprimé par ordre de l'Académie Imperiale des Sciences.

Juillet 1878. C. Vessélofsky, Secrétaire perpétuel.

Imprimerie de l'Académie Impériale des Sciences.
(Vass.-Ostr., 9e ligne, № 12.)

I. ALLGEMEINER THEIL.

Literatur-Angaben über die Algen des Weissen Meeres. Die aus diesem Meere vorhandenen Algensammlungen. Liste der bis jetzt in demselben aufgefundenen Algen. Der Charakter und die Zusammensetzung der besprochenen Algenflora; ihre gegenseitigen Verhältnisse und Verwandtschaft zu den ihr zunächstliegenden Meeresfloren.

Es ist bis jetzt nichts Specielles über die Algenflora des Weissen Meeres veröffentlicht worden. Alle unsere Kenntnisse beschränken sich in dieser Hinsicht ausschliesslich auf die wenigen Data, welche wir in folgenden Abhandlungen vorfinden: 1) in einem kleinen noch vom vorigen Jahrhunderte stammenden Aufsatze von J. Lepechin (1774), wo er vier von ihm im Weissen Meere gefundene sogenannte «Fucus»-Arten beschreibt; 2) in dem bekannten Werke von Postels und Ruprecht — Illustrationes Algarum etc. (1840), S. IV, wo unter anderem auch einige Algen des Weissen Meeres erwähnt werden; und 3) im Herbarium Musei Fennici von W. Nylander und Th. Saelan, (1859), S. 73—75.[1])

---

1) Was man unter den 4 Lepechin'schen *Fucus*-Arten zu verstehen hat, das wird in dem speciellen Theile der vorliegenden Arbeit, in der Gruppe der *Florideen* erörtert, nämlich bei der Betrachtung der Gattungen *Rhodophyllis* Ktz., *Dumontia* J. Ag. und *Halosaccion* Ktz. Ebenso verweise ich im speciellen Theile dieser Abhandlung, bei der einzelnen Betrachtung jeder Form, auch auf diejenigen derselben, welche für das Weisse Meer auch in den beiden andern soeben von mir erwähnten Quellen angegeben werden.

Die Angaben von Postels und Ruprecht basiren sich auf das Material, welches im Weissen Meere von C. v. Baer im Jahre 1837 und zwar, nach diesen Autoren, an folgenden Stellen gesammelt worden ist: bei der Dwina-Mündung, bei Simnii-Gori (Winter-Gebirge), bei der Pjalitza-Mündung und bei Solsa — am südlichen lappländischen Ufer, bei den Inseln Sosnowetz und Golaja-Koschka (bei der Dwina-Mündung) und endlich bei Tri - Ostrowo (Drei-Inseln). Einiges über die Algen dieser Gegenden wurde ihnen auch noch von H. A. Schrenk mitgetheilt.

Demzufolge zählten Postels und Ruprecht ihrerzeit für das Weisse Meer bis 32 Algenformen (mit Inbegriff derjenigen 10 Formen, welche diese Autoren für Tri-Ostrowo anführen); aus dieser Zahl ist eine Form, nämlich *Laminaria apoda* Post. et Rupr. ganz zu streichen, weil sie weder irgendwo beschrieben, noch in einem Herbar aufbewahrt worden ist; und zwei andere, nämlich *Laminaria saccharina* Lamour. und *Laminaria Phyllitis* Lamour., werden gegenwärtig als Varietäten einer und derselben Form, *Laminaria saccharina* Lamour.

Die vorliegende Arbeit ist als der erste Versuch anzusehen, ein möglichst vollständiges Bild der Algenflora des genannten Meeres darzustellen. Als Material dazu dienten mir einige von mir bearbeitete Sammlungen, welche aus verschiedenen Theilen dieses Meeres stammen, wo sie von verschiedenen Forschern in den letztverflossenen vier Decennien, vom Jahre 1837 angefangen, gesammelt worden sind.

Der berühmte Forscher Carl v. Baer, welcher in dem letztgenannten Jahre eine Reise nach Nowaja Semlja unternahm, berührte auf derselben verschiedene Punkte des Weissen Meeres, von wo er bis 30 verschiedene Algenformen mitbrachte. Diese Sammlung bildete den Anfang des Herbariums der Algenflora des Weissen Meeres der hiesigen Akademie der Wissenschaften, welches später allmählig bis zum Jahre 1869 vervollständigt wurde. Zwei Jahre nach Baer's Reise besuchte Dr. Schrenk das Weisse Meer, welcher auch einige Algenformen mitbrachte.[1])

Im Jahre 1840 besuchte C. v. Baer nochmals das Weisse Meer und während dieser seiner zweiten Fahrt nach Norden wurden wieder einige Algenformen aus diesem Meere mitgebracht; viele derselben wurden dieses Mal von Herrn Pankiewitsch, Theilnehmer an der Baer'schen Expedition, gesammelt.

Indem Ruprecht im Jahre 1841 seine Reise zu den Küsten des nördlichen Eismeeres antrat, — nämlich nach Kanin-Land, zum Klein-Samojeden-Land, zur Insel Kolguew —, hielt er sich unterwegs am östlichen Ufer des Weissen Meeres etwas auf, nämlich unweit von der Mesen-Mündung, beim Flüsschen Semscha[2]) und Cap Apowski[3]), von wo er eine sehr geringe Anzahl von Algenformen (circa 3) mitbrachte.

Im Jahre 1842 besuchte das Weisse Meer A. v. Middendorff, welcher alle von ihm dort gesammelten Algen dem Botanischen Museum der hiesigen Akademie der Wissenschaften übergeben hat.

Von allen Algen-Sammlungen aus dem Weissen Meere, die sich im Herbar des genannten Museums befinden, zeichnet sich jedoch die von Nylander im Jahre 1844 zu-

---

angesehen. Folglich beschränkt sich die Zahl der in diesem Werke für das Weisse Meer angeführten Algenformen auf 30.

Was nun endlich die dritte von mir oben erwähnte Quelle anbetrifft, nämlich das Herbarium Musei Fennici von W. Nylander und Th. Saelan, welches auch eine Algen-Liste enthält, so ist zu bemerken, dass bei der Bearbeitung einer Algenflora des Weissen Meeres, aus dieser Liste ganz direct eigentlich Nichts zu entnehmen ist, weil in derselben die Algenformen für die russisch-lappländische Küste im Allgemeinen angeführt werden, ohne je eine Angabe darüber, welche von ihnen an der zum Weissen Meere, welche an der zum nördlichen Eismeere zugekehrten Seite der Küste gefunden ist. Und wenn ich nun trotzdem auch diese Liste nicht ausser Acht lasse, so geschieht es aus dem Grunde, weil mir die authentischen Exemplare von Nylander selbst zur Verfügung standen, mit genauer Angabe des Fundorts auf den Etiquetten. Und so erweisst sich denn, dass von allen in dieser Liste enthaltenen Algenformen nur 26 Arten dem Weissen Meere angehören, wenn man das an der russisch-lappländischen Küste gelegene Cap Swiatoi-Noss als dessen äussersten nordwestlichen Punkt betrachtet.

1) Diese zwei Sammlungen waren es auch, die, wie schon erwähnt, als Material zu den Angaben dienten, welche wir über die Algen des Weissen Meeres im genannten, im Jahre 1840 erschienenen Werke von Postels und Ruprecht finden.

2) Welcher sich vor der Halbinsel Kanin, etwas nördlicher von der Mesen-Mündung in's Meer ergiesst.

3) Oestlich vom Cap Kargowsky, an der linken Seite der Mesen-Mündung.

sammengestellte ganz besonders aus. Alle Formen dieser Sammlung aus dem genannten Meere gehören ausschliesslich dessen Westküste an, angefangen ungefähr von der Keret-Mündung (am Karelischen[1]) Ufer) bis zur nordöstlichen Spitze des russischen Lapplandes — Cap Swiatoi Noss.

Man sollte glauben, dass diese Sammlung ein besonderes Interesse für's Studium der Weiss-Meer-Algenflora erregen müsste, was indessen nicht der Fall war. Hatte man seit dem aufgehört sich für diese Flora zu interessiren, oder hielt man sie schon für genügend erschöpft, oder fand sich einfach kein Forscher dafür, — genug, die Thatsache ist, dass nach Nylander ein Viertel-Jahrhundert hindurch das Weisse Meer in Vergessenheit gerathen war. Erst im Jahre 1869 wurden wieder einige, obschon wenige, aber dafür sehr gut erhaltene Exemplare von Algen des Weissen Meeres von Ad. Goebel mitgebracht und für das Botanische Museum der hiesigen Akademie der Wissenschaften dem verstorbenen Akademiker Ruprecht übergeben. Dies ist der letzte Beitrag zu dem von Ruprecht zusammengestellten Herbar der Algenflora des Weissen Meeres, zu dem denn auch alle angeführten Sammlungen gehören.

Das Jahr 1869 versprach aber viel Neues nicht nur hinsichtlich der Flora des Weissen Meeres, sondern auch der Fauna desselben zu bringen. Die bei der hiesigen Universität sich befindende Naturforscher-Gesellschaft rüstete im genannten Jahre eine Expedition nach dem Weissen Meere aus, um es in naturhistorischer Hinsicht erforschen zu lassen. Der botanische Theil wurde Herrn A. Sokoloff anvertraut, welcher das von ihm gesammelte Material nach seiner Rückkehr der Gesellschaft zur Aufbewahrung übergab, in welcher seitdem dieses Material unbearbeitet gelegen hat. Diese von mir jetzt im Auftrage der Gesellschaft untersuchte Algensammlung enthält nur 12 verschiedene Algenarten, die hauptsächlich bei den Solowetzki-Inseln gesammelt wurden. So blieb es bis zum Jahre 1876, als Herr A. Grigorieff sich zum Weissen Meere begab, um Algen zu sammeln. Seine Sammlung stellte er mir zur Verfügung. Es ist eine der besten Sammlungen, die bis jetzt überhaupt aus dem Weissen Meere stammen; sie enthält 38 Algenformen und gehört ausschliesslich den Solowetzki-Inseln an.

Endlich, im Jahre 1877 begab sich zum Weissen Meere unser junger Naturforscher, Student der hiesigen Universität, Herr K. Mereschkowski, welcher verschiedene Theile des genannten Meeres schon im Jahre 1876 mit Herrn A. Grigorieff besucht hatte. Indem er sich für dieses Mal das Ziel stellte die von ihm erwählte Gegend, nämlich die Gruppe der Solowetzki-Inseln hauptsächlich in zoologischer Hinsicht zu erforschen, benutzte er die Gelegenheit, auch meiner Bitte entgegen zu kommen und mir die dortigen Algen zu sammeln, mit denen er ohnehin fortwährend zu thun hatte, da der grösste Theil der niederen Thiere: Hydroiden, allerlei Mollusken etc. nicht nur unter Algen sondern auch auf

1) Mit diesem Namen wird ein Theil der westlichen Küste des Weissen Meeres benannt, von der nordwestlichen Ecke der Kandalax-Bucht angefangen, bis zu der südlich von ihr gelegenen Stadt Kemi.

denselben und zwar oft ausschliesslich auf ihnen leben. Dank dem Eifer und der besonderen Aufmerksamkeit des Herrn K. Mereschkowski kam während seines zwei Monate dauernden Aufenthalts auf den genannten Inseln eine ziemlich beträchtliche Algensammlung zu Stande, welche er zu meiner Verfügung stellte, indem er Alles, was er in verschiedenen Theilen des Weissen Meeres noch im Jahre 1876 gesammelt hatte, derselben hinzufügte (im Ganzen 27 Formen).

Und so liegen alle genannten Sammlungen — von C. v. Baer, Dr. Schrenk, Dr. Ruprecht, A. v. Middendorff, W. Nylander, A. Goebel, A. Sokoloff, A. Grigorieff und K. Mereschkowski — der vorliegenden Abhandlung zu Grunde; einerseits bestätigen sie sich unter einander, andererseits aber ergänzen sie sich gegenseitig und liefern somit ein sehr werthvolles Material zur Kenntniss der Algenflora des Weissen Meeres (die Diatomaceen ausgenommen).

Zur leichteren Uebersicht führe ich folgende Liste der bis jetzt in diesem Meere aufgefundenen Algenformen an in derselben Reihenfolge, an welche ich mich bei der weiteren Betrachtung jeder derselben halte.

Florideae.

Fam. Corallineae.

Gen. **Corallina** Lamour.

Corallina officinalis L.

Gen. **Lithophyllum** Phil.

Lithophyllum Lenormandi (Aresch.) Rosan.

Gen. **Lithothamnion** Phil.

Lithothamnion fasciculatum (Lam.) Aresch.

Gen. **Hildbrandtia** Nardo.

Hildbrandtia rosea Ktz.

Fam. Rhodomeleae.

Gen. **Odonthalia** Lyngb.

Odonthalia dentata (L.) Lyngb.

Gen. **Rhodomela** (C. Ag.) J. Ag.

Rhodomela subfusca (Woodw.) Ag.

forma B. *gracilior* J. Ag.

forma *lycopodioides* (Ag.) mihi.

Gen. **Polysiphonia** Grev.

Polysiphonia pulvinata J. Ag.
Polysiphonia urceolata Grev.
Polysiphonia arctica J. Ag. char. mut.
Polysiphonia nigrescens Grev.

Fam. Sphaerococcoideae.

Gen. **Delesseria** (Lamour) Grev.

Delesseria sinuosa (Good. et Woodw.) Lamour.
Delesseria Baerii Rupr.

Fam. Spongiocarpeae.

Gen. **Polyides** C. Ag.

Polyides rotundus (Gml.) Grev.

Fam. Rhodymenieae.

Gen. **Rhodymenia** (Grev.) J. Ag.

Rhodymenia palmata (L.) Grev.

Gen. **Euthora** J. Ag.

Euthora cristata (Turn.) J. Ag.

Gen. **Rhodophyllis** Ktz.

Rhodophyllis dichotoma (Lepech.) Ch. Gobi.

Fam. Dumontieae.

Gen. **Dumontia** (Lamour) J. Ag.

Dumontia filiformis (Lyngb.) Grev.

Gen. **Halosaccion** Ktz.

Halosaccion ramentaceum (L.) J. Ag.
?Halosaccion saccatum (Lepech.)

Gen. **Sarcophyllis** J. Ag.

Sarcophyllis edulis (Stackh.) J. Ag.

Fam. Gigartineae.

Gen. **Ahnfeltia** (Fries) J. Ag.

Ahnfeltia plicata Fr.

Gen. **Cystoclonium** Ktz.

Cystoclonium purpurascens (Huds.) Ktz.

Gen. **Phyllophora** (Grev.) J. Ag.

Phyllophora interrupta (Grev.) J. Ag.
Phyllophora Brodiaei (Turn.) J. Ag.

Fam. Fastigiarieae.

Gen. **Fastigiaria** Stackh.

Fastigiaria furcellata (L.) Stackh.

Fam. Ceramieae.

Gen. **Ptilota** C. Ag.

Ptilota plumosa (L.) Ag.
forma α *typica* Ch. Gobi.
forma β *arctica* Ch. Gobi.

Gen. **Ceramium** Lyngb.

Ceramium rubrum (Huds.) Ag.

Gen. **Antithamnion** (Naeg.) Thur.

Antithamnion Plumula (Ellis) Thur.
v. *boreale* Ch. Gobi.

Fam. Chantransieae.

Gen. **Chantransia** (D. C.) Fr.

Chantransia Daviesii (Dillw.) Thur.

Fam. Porphyreae.

Gen. **Porphyra** C. Ag.

Porphyra laciniata (Ligthf.) Ag.
Porphyra miniata (Lyngb.) C. Ag.

Fucaceae.

Fam. Fuceae.

Gen. **Pelvetia** Dcsne et Thur.

Pelvetia canaliculata (L.) Dcsne et Thur.

Gen. **Ascophyllum** Stackh.

Ascophyllum nodosum (L.) Le-Jol.

Gen. **Fucus** Dcsne et Thur.

Fucus distichus (L.)
Fucus vesiculosus (L.)
var. *sphaerocarpus* J. Ag.
Fucus evanescens C. Ag.
Fucus serratus L.

Tilopterideae.

Fam. Haplosporeae.

Gen. **Isthmoplea** Kjellm.

Isthmoplea sphaerophora Kjellm.

Phaeosporeae.

Fam. Ectocarpeae.

Gen. **Pylaiella** Bory.

Pylaiella littoralis (L.) Kjellm.
β. *tilopterioides* Ch. Gobi.

Gen. **Ectocarpus** (Lyngb.) Kjellm.

Ectocarpus Naegelianus (Kütz) Ch. Gobi.

Fam. Sphacelarieae.

Gen. **Sphacelaria** (Lyngb.) Ktz.

Sphacelaria arctica Harv.

Gen. **Chaetopteris** Ktz.

Chaetopteris plumosa (Lyngb.) Ktz.

Fam. Dictyosiphoneae.

Gen. **Phloeospora** Aresch.

Phloeospora subarticulata Aresch.

Phloeospora tortilis (Rupr.) Aresch.

Gen. **Dictyosiphon** Grev.

Dictyosiphon foeniculaceus (Huds.) Grev.

forma *flaccida* Aresch.

Dictyosiphon hippuroides (Lyngb.) Ktz.

Gen. **Desmarestia** Grev.

Desmarestia aculeata (L.) Lamour.

Gen. **Dichloria** Grev.

Dichloria viridis (Fl. Dan.) Grev.

Fam. Scytosiphoneae.

Gen. **Scytosiphon** C. Ag. char. mut.

Scytosiphon lomentarius (Lyngb.) J. Ag.

Gen. **Phyllitis** (Ktz.) Le-Jol.

Phyllitis fascia (Fl. Dan.) Kütz.

Fam. Chordarieae.

Gen. **Chordaria** (C. Ag.) J. Ag.

Chordaria flagelliformis (Fl. Dan.) Ag.

Chordaria divaricata Ag.

Gen. **Castagnea** Derb. et Sol.

Castagnea virescens (Carm.) Thur.

forma *pumila* Ch. Gobi.

Gen. **Mesogloea** Ag.

Mesogloea vermicularis Ag.

Gen. **Elachistea** Duby.

Elachistea fucicola (Velley) Fries.
Elachistea lubrica Rupr.

Fam. Asperococceae.

Gen. **Ralfsia** Berkel.

Ralfsia deusta Berkel.
Ralfsia fatiscens (Aresch.) Ch. Gobi.

Fam. Laminarieae Bory.

I. SIMPLICES Rstf.

Gen. **Chorda** (Stackh.) Lamour.

Chorda Filum (L.) Lamour.

II. FIBROSAE Rstf.

Gen. **Phyllaria** Le-Jol.

Phyllaria dermatodea (Delap.) Le-Jol.

III. VASCULARÆS.

Gen. **Laminaria** (Lmx.) J. Ag.

Laminaria cuneifolia J. Ag.
Laminaria caperata J. Ag.
Laminaria digitata (L.) Lamour.

Gen. **Orgyia** Stackh.

Orgyia pinnata (Gunn.)

Chlorosporeae.

Fam. Ulvaceae.

Gen. **Monostroma** (Thur.) Wittr.

Monostroma fuscum (Post. et Rupr.) Wittr.
Monostroma lubricum Kjellm.
Monostroma Grevillei (Thur.) Wittr.

Gen. **Ulva** (L.) Le-Jol.

Ulva Enteromorpha Le-Jol.
Ulva micrococca (Ktz.) Ch Gobi.

Fam. Cladophoreae.

Gen. **Cladophora** Ktz.

Cladophora rupestris (L.) Ktz.
Cladophora arcta (Dillw.) Ktz.
Cladophora crispata (Roth) Rabenh.

Fam. Confervaceae.

Gen. **Rhizoclonium** Ktz.

Rhizoclonium rigidum Ch. Gobi.

Fam. Ulothricheae.

Gen. **Chaetomorpha** Kütz.

Chaetomorpha Melagonium (Web. et Mohr) Kütz.
Chaetomorpha Linum (Roth) Kütz.

Gen. **Ulothrix** Kütz.

Ulothrix submarina Kütz.

Phycochromaceae.

Fam. Calothricheae.

Gen. **Calothrix** (Ag.) Thur.

Calothrix confervicola Ag.

Diese Liste umfasst gegenwärtig: 30 Formen aus der Gruppe der Rothtange oder *Florideen*, 33 aus der der Brauntange (darunter 6 *Fucoideae*, 1 *Tilopterideae* und 26 *Phaeosporeae*), 12 Grüntange oder *Chlorosporeae* und 1 Form aus der Gruppe der *Phycochromaceae*, d. h. im Ganzen 76 Formen. Es wird damit freilich die Algenflora des Weissen Meeres nicht erschöpft und diese Liste wird gewiss in Zukunft noch vervollständigt werden. Es ist aber jetzt mit grosser Wahrscheinlichkeit anzunehmen, dass in diesem Meere z. B. folgende 9 Formen vorkommen: *Lithothamnion polymorphum* Aresch., *Kallymenia reniformis* (Turn.) J. Ag., *Chantransia secundata* Thur., *Thamnidium Rothii* Thur., *Thamnidium mesocarpum* Kleen, *Ulva clathrata* Ag., *Monostroma Blyttii* Wittr., *Rhizoclonium riparium* Harv. und *Urospora mirabilis* Aresch.; und diese Annahme ist darauf begründet, dass die drei ersten der genannten Formen an der nördlichen Norwegischen Küste so wie auch bei Nowaja-Semlja, und die 6 letzteren ausserdem auch noch bei Spitzbergen vorkommen. Ferner kann nicht unerwähnt bleiben, dass die angeführte Liste nur eine

einzige Form aus der Gruppe der *Phycochromaceae* enthält; angenommen sogar, dass die Formen dieser Algengruppe überhaupt für dieses Meer nicht charakteristisch seien, kann dennoch nicht zugegeben werden, dass es nicht mehr als nur eine Form enthalten sollte. In jedem Falle ist also die Zahl der Algenformen des Weissen Meeres nicht geringer als 85.

Aus der angeführten Liste sind folgende Formen im genannten Meere sehr stark verbreitet, d. h. sie kommen dort fast überall, häufig und in grosser Menge vor:

Lithophyllum Lenormandi (Aresch.) Rosan.
Odonthalia dentata (L.) Lyngb.
Polysiphonia arctica J. Ag. char. mut.
Polysiphonia nigrescens Grev.
Rhodophyllis dichotoma (Lepech.) Ch. Gobi.
Ahnfeltia plicata Fr.
Phyllophora interrupta (Grev.) J. Ag.
Delesseria sinuosa (Good. et Woodw.) Lamour.
Delesseria Baerii Rupr.
Ptilota plumosa (L.) Ag. var. *arctica* Ch. Gobi.
Chantransia Daviesii (Dillw.) Thur.
Ascophyllum nodosum (L.) Le-Jol.
Fucus evanescens C. Ag.
Fucus serratus L.
Pylaiella littoralis (L.) Kjellm.
Desmarestia aculeata (L.) Lamour.
Laminaria caperata J. Ag.
Laminaria digitata (L.) Lamour.
Orgyia pinnata (Gunn.) Ch. Gobi.
Ulva Enteromorpha var. *compressa* Le-Jol.

Zu dieser Categorie sind wahrscheinlich auch noch folgende hinzuzuzählen:

Dictyosiphon foeniculaceus (Huds.) Grev.
Dictyosiphon hippuroides (Lyngb.) Ktz.
Chordaria flagelliformis (Fl. Dan.) Ag.
Ralfsia fatiscens (Aresch.) Ch. Gobi.
Elachistea fucicola (Velley) Fr.
Elachistea lubrica Rupr.
Monostroma fuscum (Post. et Rupr.) Wittr.

Obschon folgende Formen auch an vielen Punkten des genannten Meeres angetroffen werden und folglich eine ebensolche räumliche Verbreitung haben, wie die der ersten Categorie, so kommen sie doch viel seltener und nicht so zahlreich vor:

Rhodomela subfusca (Woodw.) Ag. var. *lycopodioides* Ag.
Halosaccion ramentaceum (L.) J. Ag.
Ptilota plumosa (L.) Ag. var. *typica* Ch. Gobi.
Ceramium rubrum (Huds.) Ag. var. *decurrens* auct.
Antithamnion Plumula (Ellis) Thur. var. *boreale* Ch. Gobi.
Fucus vesiculosus L. var. *sphaerocarpus* J. Ag.
Fucus distichus L.
Chaetopteris plumosa (Lyngb.) Ktz.
Dichloria viridis (Fl. Dan.) Grev.
Chorda Filum (L.) Lamour.
Cladophora rupestris (L.) Ktz.

Zu ihnen müssen wahrscheinlich auch noch folgende zugerechnet werden:

Corallina officinalis L.
Rhodymenia palmata (L.) Grev.
Euthora cristata (Turn) J. Ag.
Cystoclonium purpurascens (Huds.) Ktz.
Porphyra miniata (Lyngb.) C. Ag.
Sphacelaria arctica Harv.
Chordaria divaricata Ag.
Castagnea virescens (Carm.) Thur. forma *pumila* Ch. Gobi.
Phloeospora subarticulata Aresch.
Phloeospora tortilis (Rupr.) Aresch.
Cladophora arcta (Dillw.) Ktz.
Ulva micrococa (Ktz.) Ch. Gobi.
Calothrix confervicola Ag.

Was nun die übrigen Formen anbetrifft, so besitzen wir noch viel zu wenig Angaben, um ein Urtheil über ihre Verbreitung zu fällen; doch muss bemerkt werden, dass einige derselben bis jetzt nicht südlicher von Tri-Ostrowo gefunden worden sind, nämlich:

Polysiphonia urceolata Grev.
Polyides rotundus (Gml.) Grev.
Dumontia filiformis (Lyngb.) Grev.
Sarcophyllis edulis (Stackh.) J. Ag.
Fastigiaria furcellata (L.) Stackh.[1])
Porphyra laciniata (Lightf.) Ag.
Isthmoplea sphaerophora Kjellm.

1) Sie wurde auch etwas südlicher von Tri-Ostrowo, nämlich unweit von der Tschawanga-Mündung gefunden

Mesogloea vermicularis Ag.
Ralfsia deusta Berkel.

Und einige sogar nicht südlicher als am Cap Swiatoi-Noss, an der nordöstlichen Spitze des russischen Lapplands, wie z. B.

Scytosiphon lomentarius (Lyngb.) J. Ag.
Monostroma lubricum Kjellm.
Chaetomorpha Melagonium (Web. et Mohr) Ktz.

Sowohl die Zusammensetzung der Algenflora des Weiss-Meeres selbst, als auch der Umstand, dass zu den am meisten verbreiteten und folglich sie am meisten charakterisirenden Formen diejenigen gehören, welche nur den nördlichen Polar-Meeren fast ausschliesslich eigen sind oder in diesen Meeren mehr verbreitet sind, als in den südlicher gelegenen — alles dies weist schon darauf hin, dass die besprochene Flora einen durchaus nordischen Charakter besitzt. Noch besser erhellt dies aber aus der folgenden Zusammenstellung der Arten-Zahlen der Nachbarfloren, welche Zahlen zu gleicher Zeit auch darauf hinweisen, in welchem Verhältnisse unsere Flora zu den benachbarten nordischen Floren steht, wie z. B. zur Flora von Nordlanden in Norwegen, der von Spitzbergen oder von der Westküste von Nowaja-Semlja und Waigatsch.[1])

	Norweg. Nordlanden.	Weisses Meer.	Spitzbergen.	Westküste von Nowaja Semlja und Waigatsch.
Florideae	60	30 (35)	33	27
Fucaceae	9	6	4	2
Tilopterideae	1	1	1	2
Phaeosporeae	39	26	23	21
Chlorosporeae	18	12 (16)	14	17
Phycochromaceae	?	1	1	1
	127 Arten.	76 (85) Arten.	76 Arten.	70 Arten.

Wenn man in der Columne der Arten des Weissen Meeres zu den *Florideen* und *Chlorosporeen* noch diejenigen 9 Formen hinzufügt[2]), über deren wahrscheinliches Vor-

1) Bei der Zusammenstellung aller dieser Zahlen (für Nordlanden aus Kleen's Liste, und für die anderen genannten Gegenden aus Kjellmann's Abhandlungen) halte ich mich an diejenige Umgrenzung der Formen, wie ich sie bei der ausführlicheren Betrachtung jeder derselben im speciellen Theile dieser Arbeit annehme. Dabei muss ich aufmerksam machen, dass in allen Fällen, wo ich Zahlenangaben anführe, ich dabei hauptsächlich auf ihren relativen und nicht absoluten Werth Gewicht lege. Die absolute Grösse dieser Zahlen wird sich freilich mit der Zeit etwas ändern; da aber die Floren der vier verglichenen Gegenden als in gleichem Maasse vollständig untersucht angesehen werden können, so vermögen die möglichen Schwankungen des absoluten Werthes der Zahlen keine fühlbaren Veränderungen auf die gegenseitigen Proportions-Verhältnisse derselben auszuüben, sondern werden eben nur die endgültigen Werthe dieser Zahlen selbst feststellen.

2) Lithothamnium polymorphum Aresch., Kallymenia reniformis (Thur.) J. Ag., Chantransia secundata Thur., Thamnidium Rothii Thur., Thamnidium mesocarpum Kleen, Ulva clathrata Ag., Monostroma Blyttii Wittr., Rhizoclonium riparium Harv. und Urospora mirabilis Aresch.

kommen im Weissen Meere man kaum zweifeln kann, wie schon vorher erwähnt worden, so weist diese Tabelle gerade darauf hin, dass unsere Flora in der Artenzahl ihrer verschiedenen Gruppen nur dem Norwegischen Nordlande nachsteht, dagegen um nur ein Geringes entsprechenden Gruppen von Spitzbergen und Nowaja Semlja übertrifft. Jedoch selbst bei Ausschliessung dieser 9 Formen zeigt die Tabelle, dass die Algenflora des Weissen Meeres nur um etwas die Floren der beiden letztgenannten Gegenden übertrifft und dass sie im Gegentheil in viel höherem Grade der Algenflora vom Norwegischen Nordlande nachsteht, d. h. dass sie abgesehen von ihrem vergleichsweise unbedeutend grösseren Reichthum an Arten dennoch viel mehr diesen Inselfloren, als der des Norwegischen Nordlandes sich nähert.

Die die allen vier in der Tabelle angeführten Gegenden gemeinsamen Algenformen belaufen sich auf 33; schliesst man das Norwegische Nordlanden aus, so wird die Zahl der den drei übrigen Floren gemeinsamen Formen schon grösser, nämlich 42, und dabei sind diejenigen 9 Formen, welche in der Flora vom Norwegischen Nordlanden nicht vorkommen, gerade für die anderen drei Gegenden charakteristisch, weil die Mehrzahl derselben in diesen Gegenden, so zu sagen, ganz allgemein verbreitet ist und dabei auch noch in grosser Menge vorkommt.

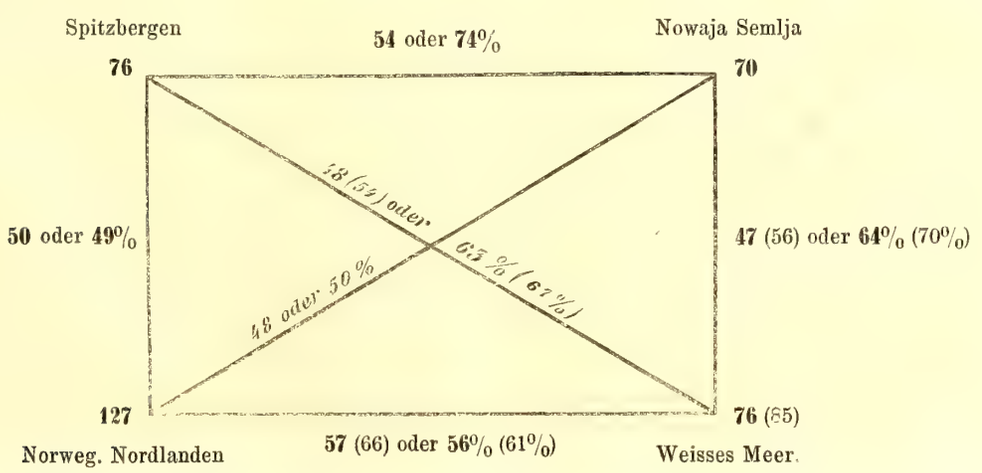
Folgende Liste enthält diese gemeinsamen Formen; diejenigen derselben, welche beim Norwegischen Nordlanden nicht vorkommen[1]), sind mit Cursivschrift gedruckt; die vorn mit einem Sternchen bezeichneten Formen gehören zu solchen, die, wenn nicht ausschliesslich, so doch überwiegend den Meeren eigen sind, die in den nördlicheren Breiten liegen, d. h. sie erscheinen für diese Meere mehr charakteristisch, als für die mehr südlich gelegenen, durch ihre weit stärkere Verbreitung in der ersteren.

*Lithothamnion fasciculatum
Hildbrandtia rosea
*Odonthalia dentata
*Rhodomela subfusca var. lycopodioides
**Polysiphonia arctica*
*Delesseria sinuosa
**Delesseria Baerii*
*Chantransia Daviesii
*Rhodymenia palmata
*Euthora cristata
*Rhodophyllis dichotoma
*Halosaccion ramentaceum
**Phyllophora interrupta*
**Phyllophora Brodiaei*

1) Statt *Fucus evanescens* C. Ag. wird für Norwegisch Nordlanden eine andere ihm sehr nahe stehende Form, *Fucus furcatus* C. Ag., angegeben. Was nun die Abwesenheit der *Delesseria Baerii* Rupr. und *Phyllophora interrupta* (Grev.) J. Ag. in dieser Gegend betrifft, welche dort durch die ihnen sehr nahestehenden *Delesseria angustissima* Griff. und *Phyllophora membranifolia* (Good. et Woodw.) J. Ag. vertreten werden, so steht dieser Umstand im Einklange mit anderen Angaben über die Algenflora dieser Gegend (mit ihrem verhältnissmässigen Reichthum an west-europäischen, atlantischen Formen) welche Angaben auf ihren weniger nordischen Charakter im Vergleich mit Spitzbergen, Nowaja Semlja und dem Weissen Meere hinweisen. Ganz dasselbe Verhältniss gilt, soviel ich weiss, auch für die Fauna dieser Gegend; die floristischen und faunistschen Angaben stehen hier also im Einklange und bestätigen sich gegenseitig.

*Fastigiaria furcellata
*Ptilota plumosa { v. typica / v. arctica
Ceramium rubrum v. decurrens
*Antithamnion Plumula
**Fucus evanescens*
*Fucus serratus
Chorda Filum
*Orgyia pinnata
**Phyllaria dermatodea*
*Laminaria caperata
*Laminaria digitata
**Ralfsia fatiscens*
*Chordaria flagelliformis
Elachistea fucicola
*Elachistea lubrica
*Chaetopteris plumosa
*Sphacelaria arctica
*Pylaiella littoralis
**Phloeospora subarticulata*
**Phloeospora tortilis*
*Dictyosiphon hippuroides
Dictyosiphon foeniculaceus
Desmarestia aculeata.
Dichloria viridis
Ulva Enteromorpha var. compressa
*Monostroma fuscum
Cladophora arcta
*Chaetomorpha Melagonium.

Aber noch schärfer erhellt der Charakter der in diesen Blättern besprochenen Algenflora aus der mehr detaillirten Betrachtung ihrer Verwandtschaft mit der Flora anderer Gegenden, d. h. aus dem Vergleich der Zahlen der gemeinsamen Formen, welche ihr und jeder der drei genannten Floren, einzeln genommen, eigen sind. Die dazu nöthigen Data stelle ich in folgendem für alle diese Floren berechneten Schema zusammen. Die an den Ecken dieses Schemas stehenden Zahlen bezeichnen die Gesammtzahl der in der angegebenen Region vorkommenden Algenarten, und die Zahl auf der Linie, welche je zwei solcher Ecken unter einander verbinden — die Zahl der diesen Regionen gemeinsamen Formen. In die in Parenthese stehenden Zahlen sind diejenigen Formen miteingeschlossen, deren Vorkommen im Weissen Meere höchst wahrscheinlich ist, wie schon erwähnt worden.



Dieses Schema zeigt nun, dass die Zahl der gemeinsamen Formen beträgt:

			Oder nach anderer Berechnung
Beim Weissen Meere und dem Norweg. Nordlande =	**57**[1] **(56%)**		**66 (61%)**
	25	*Florideae*	30
	1	*Tilopterideae*	1
	5	*Fucaceae*	5
	20	*Phaeosporeae*	20
	6	*Chlorosporeae*	10
Beim Weissen Meere und Spitzbergen..... =	**48**[2] **(63%)**		**54 (67%)**
	21	*Florideae*	23
	4	*Fucaceae*	4
	18	*Phaeosporeae*	18
	5	*Chlorosporeae*	9
Beim Weissen Meere und Nowaja Semlja ..... =	**47**[3] **(64%)**		**56 (70%)**
	20	*Florideae*	25
	2	*Fucaceae*	2
	19	*Phaeosporeae*	19
	6	*Chlorosporeae*	10

Je mehr gemeinsame Formen zwei Floren unter einander besitzen, desto näher stehen diese beiden Floren zu einander und desto inniger sind sie also unter einander verwandt. Die innere Verwandtschaft der Floren von zwei beliebigen Gegenden, welche letztere von

---

1) Darunter: 1. diejenigen 33 Formen, welche Nowaja Semlja und Spitzbergen gemeinsam und in der vorhergehenden Aufzählung mit einem Sternchen bezeichnet sind; 2. fünf Formen, die nur mit Spitzbergen allein gemeinsam sind (*Ahnfeltia plicata*, *Porphyra miniata*, *Sarcophyllis edulis*, *Ascophyllum nodosum*, *Fucus vesiculosus*); 3. vier mit Nowaja Semlja gemeinsame Formen (*Corallina officinalis*, *Polyides rotundus*, *Ralfsia deusta*, *Cladophora rupestris*); und 4. folgende 15 Formen, welche weder bei Spitzbergen noch bei Nowaja Semlja angetroffen worden sind:

Lithophyllum Lenormandi	*Isthmoplea sphaerophora*
Polysiphonia urceolata	*Pelvetia canaliculata*
Polysiphonia nigrescens	*Fucus distichus*
Dumontia filiformis	*Chordaria divaricata*
Cystoclonium purpurascens	*Mesogloea vermicularis*
Porphyra laciniata	*Castagnea virescens*
Scytosiphon lomentarius	*Monostroma Grevillei.*
Phyllitis fascia	

2) Darunter; alle die in Vorhergehendem aufgezählten 42 Formen (von denen 33 — allen vier angeführten Gegenden und 9 — dem Weissen Meere, Spitzbergen und Nowaja Semlja gemeinsam sind), fünf Formen, die ausserdem auch dem Norwegischen Nordlanden gemeinsam sind (sie sind in der Rubrik 2 der letzten Anmerkung angeführt), und *Monostroma lubricum*, welche Form bis jetzt nur im Weissen Meere und bei Spitzbergen gefunden worden ist.

3) Darunter die nämlichen 42 Formen, die in der vorigen Anmerkung erwähnt sind; ansserdem noch diejenigen vier Formen, welche in der Rubrik 3 in der vorletzten Anmerkung angeführt sind, und *Ulva micrococca*, die bis jetzt nur im Weissen Meere und bei Nowaja Semlja gefunden worden ist.

ungefähr gleicher Ausdehnung und fast in gleichem Maasse erforscht worden sind, kann durch folgende Proportion ausgedrückt werden:

$$(A + B) : 2G = 100 : V$$

woraus folgt

$$V = 100. \frac{2G}{A+B}$$

wo A die Gesammtzahl der Arten irgend einer und B — einer andern Gegend bezeichnet; G die Zahl der diesen beiden Gegenden gemeinsamen Formen und V — die innere Verwandtschaft in %. Demgemäss ist die Verwandtschaft der Algenflora des Weissen Meeres und der vom Norwegischen Nordlanden folgende:

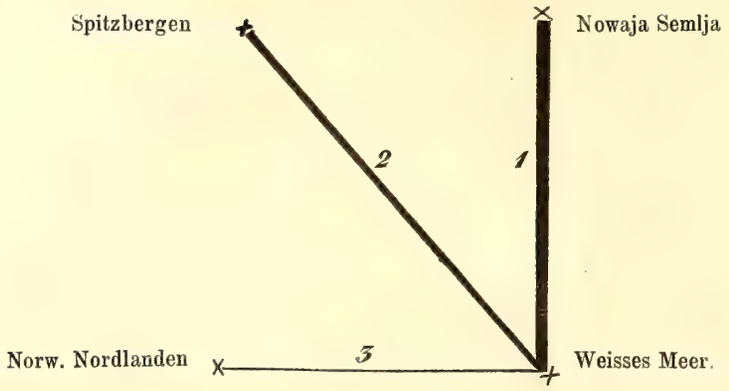
$$V = 100. \frac{57 + 57}{127 + 76} \text{ oder } 56\,\%.$$

Nimmt man als Gesammtzahl der Algenformen für das Weisse Meer — 85, so bekommt man

$$V = 100. \frac{66 + 66}{127 + 85} = 100. \frac{132}{212} \text{ oder } 61\,\%.$$

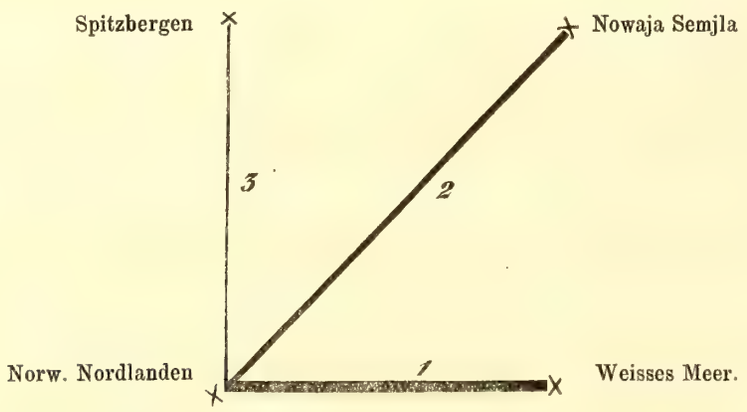
Ebenso sind auch alle übrigen Proportions-Verhältnisse des gegebenen Schema's abgeleitet, wobei die Bruchtheile über $\frac{1}{2}$ — für ein Ganzes und unter $\frac{1}{2}$ — gar nicht gerechnet werden.

Hieraus erhellt, dass zwar die absolute Zahl der Formen, welche dem Weissen Meere und dem Norwegischen Nordlanden gemeinsam sind, nämlich 56 (65), grösser ist, als die absoluten Zahlen der dem Weissen Meere und Spitzbergen gemeinsamen Formen — 48 (54), oder für dasselbe Meer und Nowaja Semlja — 47 (56), dass aber die relative Zahl im ersteren Falle geringer ist, als in den beiden letzteren, da sie nur 56 % oder, nach anderer Berechnung, 61 % beträgt, während in den beiden letztgenannten Fällen sie 63% und 64%, oder sogar 67% und 70% erreicht; folglich ist die relative Zahl der gemeinsamen Formen in den beiden letztgenannten Fällen um 7%—9% grösser als im ersteren; wobei nicht übersehen werden muss, dass diese relative Zahl etwas grösser für Nowaja Semlja als für Spitzbergen ist, d. h. mit anderen Worten, dass die Algenflora des Weissen Meeres näher der von Nowaja Semlja als der von Spitzbergen steht, obschon die Verschiedenheit allerdings unbedeutend genug ist. Dies Verhalten lässt sich durch folgende graphische Darstellung noch anschaulicher machen:



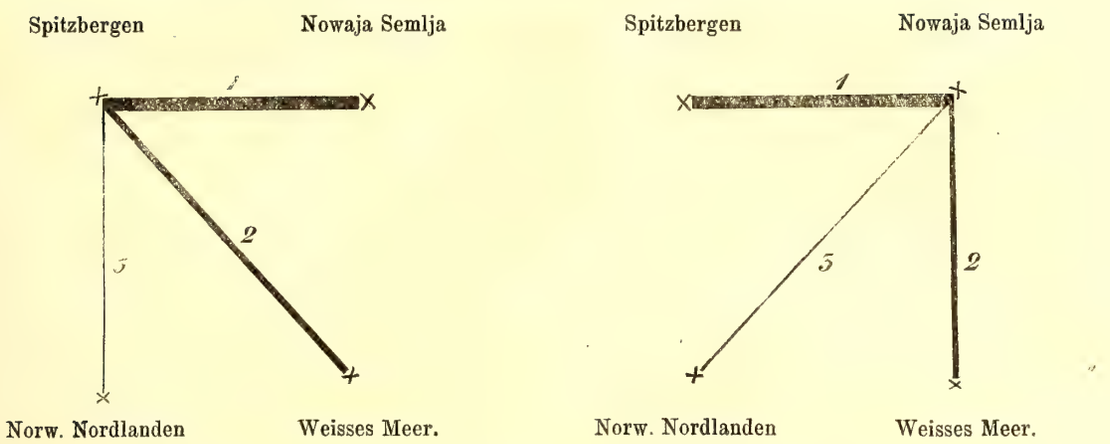
Die Reihenfolge der Linien weist auf den Grad der Verwandtschaft der Algenflora des Weissen Meeres zu den Floren der drei übrigen Gegenden hin.

Indem wir dasselbe Princip auch in dem Falle anwenden, wo wir Norwegisch Nordlanden als Ausgangspunkt annehmen, erweist es sich, dass die Algenflora dieser Gegend der des Weissen Meeres am nächsten steht — 56% (61%), sodann — der von Nowaja Semlja — 50% und endlich der von Spitzbergen[1]) — 49%, was durch folgende graphische Darstellung veranschaulicht werden kann:



Ferner ist aus demselben allgemeinen Schema zu ersehen, dass von allen vier genannten Gegenden Spitzbergen und Nowaja Semlja am nächsten mit einander verwandt sind, weil sie die grösste relative Zahl der gemeinsamen Formen, nämlich 54 (oder 74%), und die geringste absolute Artenzahl besitzen (76 für die erste und 70 für die letztgenannte Gegend). Jede dieser beiden Floren steht ferner der des Weissen Meeres näher als der Flora von Norwegisch Nordlanden; es kann graphisch folgendermassen dargestellt werden:

1) Diese Folgerung stimmt durchaus mit Kjellmann's Angabe, welcher sagt, dass die Algenvegetation an der Westküste von Nowaja Semlja und Waigatsch ein südlicheres Gepräge hat, als die bei Spitzbergen (vergl. Kjellmann, Ueb. die Algenveget. des Murm. Meer. etc., S. 76 u. 77).



Die soeben gegebene Auseinandersetzung der gegenseitigen Verwandtschaft der Algenfloren aus den vier angeführten Gegenden beweist nun, dass die Algenflora des Weissen Meeres viel näher den unter sich am meisten verwandten Floren von Nowaja Semlja und Spitzbergen steht, als der des Norwegischen Nordlandes, abgesehen davon, dass die letztere ihrerseits sich dieser Flora mehr nähert, als den beiden eben genannten nordischen Insel-Floren. Folglich besitzt die Algenflora des Weissen Meeres einen rein nordischen, man kann sagen, einen polaren Charakter; dabei äussert sich der nordische Charakter dieser Flora um so schärfer, je weiter man in das Weisse Meer vom Norden nach Süden vordringt, weil in dieser Richtung die west-europäischen Formen an Zahl allmählig abnehmen, und nur sehr wenige darunter hier eine mehr oder weniger bedeutende Verbreitung haben.

Und in der That, wie wir schon gesehen, besitzen die Floren des Norwegischen Nordlandes und des Weissen Meeres von der jeder dieser Gegenden eigenen Gesammtzahl der Formen (nämlich 127 für die erstere und 76 (85) für die letztere), nur 57 (66) gemeinsame Formen; der Flora des Weissen Meeres fehlen also gegen sechszig (61) solcher Arten, die an den Küsten des Norwegischen Nordlandes noch vorkommen und zu den west-europäischen Formen gehören; mit anderen Worten, indem diese west-europäischen Formen noch die Nord-Küste Scandinaviens — Norwegisch Nordlanden — erreichen, dringen sie nicht weiter nach Osten oder, genauer, nach Südosten vor.

Wir sehen ferner, dass diejenigen der gemeinsamen Formen dieser beiden Floren, welche in den west-europäischen Meeren verbreitet, d. h. dem Gebiete des Atlantischen Oceans eigen sind, bei ihrem Vordringen längs der Nordküste Scandinaviens und Lapplands in das Weisse Meer, sich darin allmählig verlieren oder immer seltener werden. So z. B. ist *Scytosiphon lomentarium* nicht südlicher vom Cap Swiatoi-Noss gefunden worden; etwas weiter gehen: *Polysiphonia urceolata*, *Dumontia filiformis*, *Porphyra laciniata*, *Pelvetia canaliculata*, *Mesogloea vermicularis*, welche bis jetzt nicht südlicher als Tri-Ostrowo bemerkt sind. Angenommen sogar, dass alle diese Formen viel südlicher angetroffen wür-

den, — was sehr wahrscheinlich ist — würden sie dennoch hier die seltensten sein, wie es jetzt mit den folgenden Formen der Fall ist, welche viel südlicher von Tri-Ostrowo, nämlich bei den Solowetzki-Inseln, gefunden sind: *Corallina officinalis*, *Polysiphonia pulvinata*, *Rhodymenia palmata*, *Cystoclonium purpurascens*, *Chordaria divaricata*, *Dichloria viridis*, *Phyllytis fascia*, *Chorda Filum* und einige Andere.

Wir sehen also, dass nur sehr wenige von derjenigen Anzahl der west-europäischen Formen, welche an der Küste des Norwegischen Nordlandes vorkommen, wo die Mehrzahl derselben gewöhnlich ist, das Weisse Meer erreichen; viele von dieser geringen Anzahl der west-europäischen Formen werden in diesem Meere in ihrer Verbreitung von Norden nach Süden immer seltener und seltener. Dadurch gewinnen aber die hier vorhandenen nordischen Formen allmählig die Oberhand, und unter ihnen solche, die an den Küsten des Norwegischen Nordlandes nicht vorkommen, hier jedoch allgemein verbreitet sind, ähnlich wie bei Spitzbergen und Nowaja Semlja, wie z. B. *Polysiphonia arctica*, *Delesseria Baerii*, *Phyllophora interrupta*, *Fucus evanescens* [1]).

Es ist also klar, dass die südlichen Theile dieses Meeres ein mehr nördlicheres Gepräge, als dessen nördliche Theile besitzen müssen, weil hierher manche von den west-europäischen Formen nicht gelangen, welche noch in dessen nördlicheren Theilen vorkommen können.

Gleichzeitig mit der Erläuterung des Charakters der Algenflora des Weissen Meeres gelangen wir auch noch zu einem andern Resultat, nämlich, dass diese Flora aus zwei Elementen zusammengesetzt wird: den Repräsentanten der west-europäischen Meere oder, genauer gesagt, des Atlantischen Oceans und des nördlichen Eismeeres. Die ersteren bilden die Mehrzahl, die letzteren — die Minderzahl; nichtsdestoweniger wird der Charakter der Flora durch die letzteren bedingt, weil sie hier als vorherrschendes Element erscheinen, in Folge ihrer grösseren Verbreitung im Verhältniss zu den ersteren.

---

1) Wahrscheinlich müssen zu diesen Formen auch *Ralfsia fatiscens*, *Phloeospora tortilis* und möglicherweise *Phloeospora subarticulata* gezählt werden, welche hier bisher nur bei den Solowetzki-Inseln gefunden worden sind. *Phloeospora tortilis* und *Ralfsia fatiscens* gehören, nach Dr. Kjellmann, zu den die spitzbergische Meeralgenflora charakterisirenden Arten (Kjellm., Ueb. die Algenveget. des Murm. Meer. etc., S. 78) und die letztgenannte Form kommt, nach demselben Forscher, auch ganz allgemein bei Nowaja Semlja vor (Id. ibid., S. 49, 65, 66). Diese beiden Arten sind auch im Finnischen Meerbusen verbreitet (vergl. meine Arbeit «Braunt. des Finn. Meerb.», wo die erstgenannte Art unter dem Namen *Dictyosiphon tortilis* (Rupr.), S. 15—16, und die letztgenannte unter *Ralfsia verrucosa* Aresch., S. 11—12, zu verstehen ist.)

II. SPECIELLER THEIL.

I. Florideae.

Fam. Corallineae.

Gen. **Corallina** (Tournf.) Lamour.

Tournf. Instit. rei herbar. vol. III (Paris 1719), tab. 338, A.
Lamour. Hist. d. Polyp. corallig. flex. (Caen, 1816), p. 275.
J. Agardh. Spec. gen. et ord. alg. II, p. 560.

Corallina officinalis L.

J. Agardh. l. c. p. 562.

Einige vom Meere auf's Ufer geworfene Exemplare dieser Alge stammen von den Solowetzki-Inseln (K. Mereschkowski); aber selbst auch in diesem Zustande kommt diese Form dort sehr selten vor (K. Mereschkowski, A. Grigorieff).

Im akademischen Herbar befinden sich Exemplare dieser Pflanze, die im Weissen Meere von A. Goebel, im Jahre 1869, bei Tri-Ostrowo, wahrscheinlich auch im Tang-Auswurfe, gesammelt worden sind; und im nördlichen Eismeere — von Ruprecht selbst im Jahre 1841, nämlich bei Cap Kanin und Swiatoi-Noss (Klein Samojed.-Land).

Gen. **Lithophyllum** Phil.

Wiegm. Arch. 1837, I, p. 387.
Rosanoff, Recherch. sur les Mélob. (1866), p. 79.

Lithophyllum Lenormandi (Aresch.) Rosan.

Rosanoff, l. c., p. 85, tab. V et VI.
Melobesia Lenormandi Aresch. in Observ. Phycol. part. III, p. 1. J. Agardh, Spec. gen. et ord. alg. II, p. 514. Hohenacker, Alg. mar. sicc. fasc. VI, № 296!

Bei den Solowetzki-Inseln ist diese Form von den Herren K. Mereschkowski und A. Grigorieff in einer Tiefe von 5—6 Faden gefunden worden. K. Mereschkowski

fand sie auch in dem Onega-Busen, bei der Insel Schuschmui. Ueberall kam sie auf Steinen oder Muscheln befestigt vor.

An der russisch-lappländischen Küste traf sie K. Mereschkowski, 1876, bei den Jokanski-Inseln in einer Tiefe von 6 Faden, und W. Nylander bei Swiatoi-Noss (1844). Die grösste Breite der aus dem letztgenannten Orte stammenden Exemplare (die im Herbar von Ruprecht unter dem Namen *Melobesia spec.* aufbewahrt liegen) erreicht bis 4 Mm., die geringste bis 1 Mm.

Gen. **Lithothamnion** Phil.

Wiegm. Arch. 1837, I, p. 387. Areschoug in J. Agardh. Spec. gen. et ord. alg. II, p. 519. Rosanoff, Recherch. sur les Mélob., p. 96.

Lithothamnion fasciculatum (Lam.) Aresch.

Aresch. l. c. p. 522. *Millepora fasciculata* Lamarck, Hist. des anim. sans vertèbr. t. II (1816), p. 203. *Nullipora fasciculata* Johnston, Brit. Spong. et Lithoph., p. 240, pl. 24, f. 6. *Melobesia fasciculata* Harv. Phyc. Brit. I, pl.74.

Diese Form wurde von Herrn Th. Jarschynsky im Jahre 1869 an der russisch-lappländischen Küste gefunden «in klippigen Fjörden und durch Scheeren gebildeten Meerengen» in einer Tiefe von 5—30 und mehr Faden. Herr Jarschinsky, welcher diese Form für einen unorganisirten Körper, für eine «originelle Inkrustation oder corallenartig verzweigten Niederschlag» hielt und sogar eine Hypothese über dessen Entstehung aufstellte, sagt von demselben unter anderem Folgendes:[1])

«Während diese Inkrustation im nördlichen Theile des Atlantischen Oceans an den Küsten von Irland, Norwegen und dem Russischen Lapplande sehr häufig vorkommt, wird sie nach Osten vom Cap Swiatoi-Noss immer seltener und seltener und kommt im südlichen Theile des Weissen Meeres schon gar nicht mehr vor».

Einige ausgezeichnete Exemplare dieser Form sind auch von H. Polenow im Jahre 1875 von dem Murmanschen Ufer (an dem dem Ocean zugewendeten Theile der russisch-lappländischen Küste) mitgebracht; sie werden im Botanischen Museum der St. Petersburger Universität aufbewahrt; die von H. Jarschinsky mitgebrachten aber im zoologischen Museum derselben Universität.

Wie bekannt, wurde diese Form noch vor nicht langer Zeit auch an der Nordküste Norwegens von E. Kleen[2]) (in einer Tiefe von 40 Faden) und bei Spitzbergen (in einer Tiefe von 10—20 Faden) und Nowaja Semlja (sogar in einer Tiefe von 25 Faden) von

---

1) In einer in russischer Sprache abgefassten Abhandlung unter dem Titel «Факты и индукціи въ пользу теоріи Ловена» (Facten und Induktionen zu Gunsten der Theorie Loven's). Im Journale Знаніе, 1873, Januar-Heft.

2) E. Kleen. Om Nordl. högr. hafsalg. 1874, p. 11.

F. Kjellmann[1]) gefunden, und zwar überall in grossen Mengen und auf weiten Strecken, so dass sie in der That als eine Charakterform der nordischen Meere angesehen werden muss.

Gen. **Hildbrandtia** Nardo.

In Isis, 1834, p. 675.

Hildbrandtia rosea Ktz.

Phyc. gener. p. 384. Spec. alg. p. 694 et Tab. Phyc. Band XIX, tab. 91.
Ch. Gobi, Rotht. d. Finn. Meerb. (1877), S. 12—14.
Hildbrandtia rubra Mngh., in Harvey, Phyc. Brit. III, p. 250.

Diese Form bemerkte ich auf einem sehr kleinen von den Solowetzki-Inseln durch A. Grigorieff (1876) mitgebrachten Steinchen, welches hauptsächlich mit *Ralfsia fatiscens* (Aresch.) *mihi*[2]) bedeckt war. Sie ist ganz identisch mit der Form, welche im Finnischen Meerbusen und besonders oft längs der nördlichen, finnländischen Küste desselben vorkommt. (Vergl. Ch. Gobi l. c.)

Fam. Rhodomeleae.

Gen. **Odonthalia** Lyngb.

Hydr. Dan. p. 9.

Odonthalia dentata (L.) Lyngb.

Harv. Phyc. Brit. I, pl. 34. Aresch. Alg. Scand. exsicc. fasc. II, № 27 et fasc. II et III (ser. nov.) № 56. Kütz, Tab. Phyc. Band XV, tab. 9. Vergl. auch Nyl. och Sael. Herb. Mus. Fenn., p. 73.

Diese Pflanze, welche schon Postels und Ruprecht für das Weisse Meer anführen (Illustr. Alg. S. II), ist eine der verbreitesten Formen in diesem Meere; sie kommt z. B. sehr oft und in grosser Anzahl bei den Solowetzki-Inseln (K. Mereschkowski[3]), A. Grigorieff), so wie auch überall in dem Meerbusen von Onega vor (K. Mereschkowski).

An der russisch-lappländischen Küste, bei Swiatoi Noss und Tri-Ostrowo wurde sie von W. Nylander (1844) gesammelt; am letztgenannten Orte auch von A. Middendorff

---

1) F. Kjellmann, Spetsb. Thall. I, 1875, p. 1 und «Ueber die Algenveget. des Murm. Meer. 1877, S. 7—8 nnd 65—66. Die von Spitzbergen stammenden Exemplare (aus der Collection Kjellmann's), die ich gesehen habe (Ex Mus. Botan. Holm; vergleiche die dritte weiter unten bei *Polysiphonia arctica* gegebene Anmerkung) sind mit den russisch-lappländischen vollkommen identisch.

2) Vergl. unten bei *Ralfsia fatiscens* Gobi.

3) K. Mereschkowski traf sie hier, unter anderm, südwestlich von der Insel Pessji-Ludi, in einer Tiefe von 3—8 Faden.

(1842) und Pankiewitsch (1840, Baer's Expedit.); bei Sosnowetz — von A. Middendorff; unweit von der Semscha-Mündung, im Meerbusen von Mesen — von Ruprecht (1841).

Im Herbar von Ruprecht ist diese Pflanze auch noch von folgenden Stellen des nördlichen Eismeeres vorhanden: von der nordöstlichen, sowie auch südlichen Küste der Insel Kolguew; vom Cap Kanin, Swiatoi-Noss (Klein-Samojeden-Land); an allen diesen Stellen wurde sie von Ruprecht, 1841, gesammelt. C. v. Baer fand sie, 1837, bei Nowaja-Semlja.

Gen. **Rhodomela** (C. Ag.) J. Ag.

Spec. gen. et ord. alg. II, p. 874. C. Agardh. Spec. alg., p. 368, partim.

Rhodomela subfusca (Woodw.) Ag. forma *B. gracilior* J. Ag.

J. Agardh. l. c. II, p. 884. Vergl. auch C. Gobi, Rotht. (Florid.) d. Finn. Meerb. (1877) S. 11, wo die Synonymie für diese Pflanze angeführt ist.

Einige Exemplare dieser Pflanze fand ich in dem Algenmateriale, welches A. Grigorieff im Jahre 1876 von den Solowetzki-Inseln mitbrachte. Eine derartige Form ist im Weissen Meere auch von C. v. Baer, im Jahre 1837, unter $65\frac{1}{2}^{\circ}$ nördl. Breite gesammelt; im Herbar von Ruprecht befinden sich diese Exemplare unter dem Namen *Rhodomela subfusca* var. γ *flaccida* Ag. aufbewahrt.

Alle soeben erwähnte Exemplare dieser Art sind durch die Breite ihres Thallus vollkommen derjenigen Form gleich, die ich im Finnischen Meerbusen, bei Reval, sammelte (C. Gobi l. c.).

Doch scheint diese Form für das Weisse Meer eine der seltensten zu sein; viel öfter und in grösserer Anzahl wird dort die folgende angetroffen:

forma *lycopodioides* (Ag.)

(Rhodomela lycopodioides Ag. Harvey, Phyc. Brit. I, pl. 50. Kütz Tab. Phycol. Band XV, tab. 38. Vergl. auch Nyl. och Sall. Herb. Mus. Fenn. p. 73.

Bei den Solowetzki-Inseln von K. Mereschkowski gesammelt (an diesen Exemplaren war die *Polysiphonia pulvinata* J. Ag. befestigt).

Im Herbar von Ruprecht sind sehr viele Exemplare dieser Form vorhanden, welche von W. Nylander bei Tri-Ostrowo und Swiatoi-Noss (Russ. Lappl.), so wie auch von C. v. Baer[1]) im Weissen Meere, jedoch ohne nähere Angabe des Fundorts, gesammelt worden sind.

---

1) Diese von C. v. Baer gesammelte Form, welche ihrem Habitus nach vollkommen der oben citirten Abbildung von Kützing (Tab. Phyc. l. c.) gleicht, trägt im genannten Herbar von Ruprecht den Namen *Rhodomela subfusca* var. γ *flaccida* Ag., dabei gleicht sie aber nicht im Geringsten der oben erwähnten und in demselben Herbar unter demselben Namen vorhandenen Form, die von Baer unter $65\frac{1}{2}^{\circ}$ nördl. Breite gesammelt worden ist; ganz im Gegentheil gleicht sie ihrem äusseren Ansehen nach manchen anderen Exemplaren desselben Herbars, welche von W. Nylander an der russisch-lappländischen Küste, bei Swiatoi-Noss gesammelt und die von Ruprecht selbst zur *Rhodomela lycopodioides* Ag. sehr richtig gerechnet worden sind.

Es ist bekannt, dass bei vollkommener Gleichheit im anatomischen Baue der beiden gegenwärtig angenommenen *Rhodomela*-Formen, nämlich *Rhod. lycopodioides* Ag. und *Rhod. subfusca* Ag., man die erstgenannte von der zweiten nur durch ihr äusseres Ansehen und durch ihre dunklere, schwärzliche Färbung unterscheidet;[1]) darauf hat schon Harvey einige Mal hingewiesen (vergl. Phyc. Brit. l. c. und vol. III, pl. 264). Es ist aber fraglich, ob diese rein äussere Kennzeichen als irgend eine wesentliche Bedeutung zur Charakterisirung einer Art angesehen werden können? Dabei sagt ja auch Harvey selbst (l. c.), dass es zwischen diesen «Arten» eine Reihe von Uebergangsformen giebt — was sehr richtig ist.[2]) Wenn wir dabei auch noch die geographische Verbreitungsgebiete dieser beiden Formen in's Auge fassen, so muss hervorgehoben werden, dass die sogenannte *Rhodomela subfusca* Ag. in der nördlichen Hämisphäre der Erdkugel als eine der gemeinsten Formen für deren südliche Breiten erscheint; indem sie aber mehr nach Norden vordringt, verändert sie sich allmählig in ihrem Habitus und geht endlich in die durch ihre Verbreitung in den höheren Breiten der nördlichen Halbkugel so charakteristische Form *lycopodioides* über.

Gen. **Polysiphonia** Grev.

Fl. Edin. p. 308. J. Agardh. Spec. gen. et ord. alg. II, p. 900.

Polysiphonia pulvinata J. Ag.

Alg. Medit. S. 124! et Spec. gen. et ord. alg. II, p. 957—958!
Aresch. Phyc. Scand. mar. p. 57, et Alg. Scand. exsicc. fasc. II et III (ser. nov.), № 67!!

Diese Form ist von K. Mereschkowsky, 1877, bei den Solowetzki-Inseln auf einer *Rhodomela subfusca* Ag. f. *lycopodioides* (Ag.) festsitzend gefunden. Die Exemplare sind bis $3^1/_2$ Ctmr. gross und steril.

Diese Pflanze besitzt an ihrer Basis liegende oder kriechende (*decumbentes*) Fäden, welche sich dem Substrate vermittelst sehr kurzer, warzenförmiger Haftorgane befestigen. Von den genannten Fäden entspringen nun die aufrechten, ziemlich biegsamen, sich verzweigenden Fäden, welche alle zusammengenommen ziemlich dichte Büschel bilden. Die ganze Pflanze erscheint von ihrer Basis an durchweg unberindet. Im Querschnitte erscheint sie immer nur aus 4 peripherischen Siphonen zusammengesetzt, welche um einen fünften centralen liegen. In den unteren basalen Theilen des Thallus sind die Internodien fast so lang als breit; in den mittleren — bis dreimal, ja sogar viermal länger als breit;

---

1) Durch die geringere Verzweigung, sowie auch durch die Dichtigkeit dieser Zweige erscheint die letztere nicht so büschelförmig, wie die erste

2) Zu solchen Uebergangsformen muss unter anderem auch die sogenannte *Rhodomela tenuissima* (Rupr.) Kjellm. zugerechnet werden (vergl. meine obencitirte Abhandlung l. c.), welche Ruprecht im nördlichen Eismeere selbst sammelte (am Cap Kanin, Saitzin-Noss und Swiatoi-Noss — im Kl. Samoj.-Lande) und deren Selbstständigkeit ich schon früher bezweifelte (C. Gobi l. c.).

und endlich in den obersten Theilen nimmt deren Länge von Neuem allmählich ab, um sich mit der Breite fast auszugleichen.[1])

Polysiphonia urceolata Grev.

J. Agardh. Spec. gen. et ord. alg. II, p. 970. Harv. Phyc. Brit. II, pl. 167. Wyatt, Alg. Danm. fasc. III, № 133! Aresch. Alg. Scand. exsicc. fasc. III, № 58 et 59, und fasc. II et III (ser. nov.), № 69.

Polysiphonia roseola Ag. in Nyl. och Sael. Herb .Mus. Fenn., p. 74.

Die Exemplare dieser Art, welche von W. Nylander (1844) bei Tri-Ostrowo und Swiatoi-Noss (Russ. Lappl.) gesammelt worden, sind mit Vierlingsfrüchten (Tetrasporen) versehen. Im Herbar von Ruprecht tragen sie den Namen *Polysiphonia roseola* (Ag.)[2]).

In demselben Herbar und unter demselben Namen *Polys. roseola* (Ag.) aufbewahrt befinden sich auch Exemplare dieser Form, welche von der russisch-lappländischen Küste des nördlichen Eismeeres stammen; sie sind nämlich von W. Nylander (1844) bei Semi-Ostrowo und von C. v. Baer (1840) bei Teriberka gesammelt. Und noch andere, mit dem richtigen Namen *Polysiphonia urceolata* Grev. bezeichnete, die mit Tetrasporen und Cystocarpen versehen sind — stammen auch von derselben russisch-lappländischen Küste, jedoch ohne nähere Angabe des Fundorts; diese letzten waren im Jahre 1848 gesammelt, aber von wem — ist nicht angegeben.

Polysiphonia arctica J. Ag. char. mut.

Polysiphonia arctica J. Ag. Spec. gen. et ord. alg. II, p. 1034, (inscl. *Polysiphonia haemisphaerica* Aresch. Obs. Phyc. III, p. 7, tab. I, fig. 1, 2 et 3).

Es ist eine der gewöhnlichsten Algen des Weissen Meeres, welche hier ebenso oft vorkommt wie sie auch im nördlichen Eismeere verbreitet ist. So wurde sie z. B. in grosser Anzahl an verschiedenen Stellen bei den Solowetzki-Inseln von K. Mereschkowski und A. Griegorieff wiederholt gefunden, und unter anderen süd-südwestlich von der Insel Pessji-Ludi, in einer Tiefe von 3—8 Faden, zusammen mit *Odonthalia dentata* Lynyb., *Delesseria sinuosa* Lmx., *Ptilota plumosa var. arctica mihi* und *Phyllophora interrupta* J. Ag. (K. Mereschkowski). Sie ist auch überall im Onega-Busen von K. Mereschkowski (1876) angetroffen, und unter anderen in dem südöstlichen Theile des genannten Meerbusens in einer Tiefe von 10 Faden

1) Sehr typische Exemplare dieser Form sind auch im akademischen Herbar von Ruprecht vorhanden; sie stammen von dem nördlichen Eismeere, nämlich von Swiatoi-Noss (Klein Samoj.-Land), wo sie von Ruprecht selbst im Jahre 1841 gesammelt worden sind. Ruprecht nannte sie *Polysiphonia roseola* (Ag.), zu welcher letztgenannten Form er auch einige andere Exemplare zugezogen hatte, von denen die einen (welche von C. v. Baer, 1837, bei Nowaja Semlja gesammelt) die *Polysiphonia arctica* J. Ag. sind, und die anderen — *Polysiphonia urceolata* Grev.; die letzten sind mit Tetrasporen versehen (vergl. weiter bei *Polys. urceolata* Grev.)

2) Vergl. die vorhergemachte Bemerkung bei *Polysiphonia pulvinata* J. Ag.

(hier zusammen mit *Polysiphonia nigrescens* Grev.), so wie auch zwischen der Insel Schuschmui und der westlichen Küste des Meerbusens, in einer Tiefe von 12 Faden—in beiden Fällen auf steinigem Boden. K. Mereschkowski fand sie auch am Simnij-Ufer, bei Cap Keretz (65° 22′ nördl. Br. und 39° 35′ östl. Länge v. Greenwich) in einer Tiefe von 18 Faden, zusammen mit *Delesseria sinuosa* Lmx. auf steinigem und sandigem Boden.

Im Herbar von Ruprecht befinden sich Exemplare dieser Pflanze, welche im Weissen Meere von C. v. Baer im Jahre 1837 — ohne genaue Angabe des Fundorts, und im Jahre 1840 — bei Tri-Ostrowo[1]) gesammelt worden sind.

Die besprochene Pflanze variirt sehr stark sowohl in ihrer Grösse, als auch in ihrer äusseren Gestalt (Habitus)[2]). J. Agardh's Angabe (l. c.), welcher bei dieser Form beständig nur 7 peripherische Siphonen gesehen, ist nichts weiter als ein einfacher Zufall. Bei den ersten Querschnitten, die ich aus den von Spitzbergen stammenden und von J. Agardh selbst bestimmten Exemplaren[3]) dieser Alge machte, waren nur 6 peripherische Siphonen zu sehen; dasselbe wiederholte sich auch an allen übrigen Querschnitten[4]). Es kommt mitunter vor, dass man auch 7 peripherische Siphonen erblickt, doch sehr selten; dies glückte mir nur ausnahmsweise an einigen Schnitten derjenigen Exemplare, welche von C. v. Baer bei Nowaja-Semlja gesammelt waren; jedoch muss ich dabei bemerken, dass die Mehrzahl der an diesen Exemplaren gemachten Schnitte immer 6, und nicht 7 peripherische Siphonen zeigte. Ich muss noch hinzufügen, dass man — freilich nur in sehr seltenen Fällen — sogar nur 5 peripherische Siphonen bemerkt, wie ich es an einigen von den Solowetzki-Inseln stammenden, so wie auch an manchen von Dr. Kjellmann bei Spitzbergen gesammelten[5]) und von ihm bestimmten Exemplaren dieser Art fand, obschon die Mehrzahl

---

1) Diese Exemplare, welche von Postels und Ruprecht in Illustr. Algar. S. II, unter dem Namen *Polysiphonia badia* angeführt sind, im Herbar von Ruprecht aber unter dem Namen *Hutschinsia badia* Ag. aufbewahrt liegen, waren von ihm in einem andern Bogen seines Herbars eingeschaltet, welcher von der russisch-lappländischen Küste herstammende unzweifelhafte *Polysiphonia urceolata* Grev. enthält, die mit Cystocarpen und Tetrasporen versehen sind.

Aus dem nördlichen Eismeere befinden sich in demselben Herbar und unter demselben Namen *Hutschinsia badia* Ag., Exemplare dieser Pflanze, welche von Ruprecht selbst (1841) am südlichen Ufer der Insel Kolguew, so wie auch von C. v. Baer (1840) bei Kildin (Russ. Lappl.) gesammelt worden sind. Diejenige Exemplare aber dieser Pflanze, welche C. v. Baer (1837) bei Nowaja Semlja gefunden, sind zur Polysiphonia roseola Ag. gerechnet.

Unter dem letzterwähnten Namen (*Polys. roseola* Ag.) sind in demselben Herbar auch einige Exemplare einer echten, typischen *Polysiphonia pulvinata* J. Ag. aufbewahrt, welche von Ruprecht im Jahre 1841 bei Swiatoi-Noss (Klein Samojed.-Land) gesammelt worden ist, und ausserdem auch noch einige andere, mit Tetrasporen versehene Exemplare, welche zur *Polysiphonia urceolata* Grev. gehören (vergl. das Obenangeführte bei dieser letztgenannten Art).

2) Das kleinste Exemplar, welches ich gesehen, (gesammelt von K. Mereschkowski) war 3 Ctmr. und das grösste (von A. Grigorieff) bis 15 Ctmr. lang.

3) Diese Exemplare sind im hiesigen Kaiserl. Botan. Garten aufbewahrt, wohin sie aus dem Stockholmer Botanischen Museum übersendet worden sind. Alle Exemplare, die mir überhaupt aus diesem Museum zur Verfügung standen, werde ich weiter unten mit den Worten Ex Mus Bot. Holm. anführen.

4) Diesen Umstand scheint auch Dr. Kjellmann bemerkt zu haben (Kjellm. Spetsb. Thall. I, S. 9), was ich übrigens nur vermuthe, da ich leider die schwedische Sprache, in welcher diese Abhandlung veröffentlicht ist, nicht kenne.

5) Ex Mus. Botan. Holm.

auch dieser Exemplare immer nur die gewöhnliche Zahl der peripherischen Siphonen, nämlich 6 enthielt.

Die Exemplare, welche von den Solowetzki-Inseln von K. Mereschkowski und A. Grigorieff mitgebracht sind, so wie auch alle die oben erwähnten aus dem Herbar von Ruprecht (d. h. sowohl die im Weissen Meere, als auch in verschiedenen Gegenden des nördlichen Eismeeres gesammelten) sind vollkommen identisch mit denjenigen von mir schon oben erwähnten von Spitzbergen stammenden Exemplaren dieser Art, welche von J. Agardh selbst als solche bestimmt sind.

Ich muss hier jedoch auf eine Eigenthümlichkeit, von der bis jetzt für diese Form überhaupt noch nicht erwähnt worden ist, aufmerksam machen. Die Sache ist die, dass bei dieser Form — ähnlich wie bei der *Polysiphonia pulvinata* J. Ag. — sehr kurze (und deswegen sehr leicht zu übersehende) liegende oder kriechende Hauptaxen an ihrer Basis vorhanden sind, von denen etwas mehr oder weniger verlängerte wurzelförmige Bildungen abstammen, welche als Haftorgane dienen; bei den niedrigeren, ihrem äusseren Habitus nach mehr büschelförmigen Exemplaren kommen diese Bildungen viel öfter, als bei den höher gewachsenen, schlanken Exemplaren dieser Art vor; dafür jedoch sind sie bei den letztgenannten stets viel länger. Aber ausser diesen, so zu sagen, wurzelartigen Haustorien besitzt die Alge zuweilen auch noch andere die Länge der Hauptaxen hinablaufende Wurzelfäden, die von einem schmäleren Diameter, fast 2-mal schmäler, als die erstgenannten Ausläufer sind, welche nicht zu den Haftorganen zu gehören scheinen, da sie mit ihren Spitzen ganz frei endigen.

Sowohl diese als jene Bildungen bemerkte ich an allen aus dem Weissen Meere, sowie an den aus dem Eismeere stammenden Exemplaren (alle Formen des Herbars von Ruprecht, sowie auch diejenige, welche von Spitzbergen stammen und entweder von J. Agardh oder Dr. Kjellmann bestimmt sind — hierzugezogen). Dieses Merkmal erscheint also als ein allen Formen der besprochenen Art gemeinsames, obschon bemerkt werden muss, dass es bei einigen Exemplaren schärfer ausgeprägt ist, als bei andern; so z. B. äussert es sich bei den niedrigeren, büschelförmigen Exemplaren immer stärker, als bei den hochgewachsenen, schlanken, die sich ausserdem von den erstgenannten auch noch dadurch unterscheiden, dass jene verkürzte Internodien besitzen; nämlich: indem bei den schlankeren Formen die grösste Länge der Internodien (in den mittleren Theilen des Thallus) bis auf's 6-fache und sogar noch mehr ihre Breite übertrifft[1]), sind die Internodien bei den niedrigeren, im Gegentheil, an den entsprechenden Theilen des Thallus nur bis 3 oder nicht mehr als 4 Mal so lang als breit. Wie bekannt, erscheint die ganze Pflanze unberindet, selbst von ihrer Basis an angefangen. Wir sehen also, dass die besprochene Pflanze eine ganze Reihe von Uebergangsformen

1) So z. B. bei den von Ruprecht an der Insel Kolguew gesammelten Exemplaren sind die Internodien in den mittleren Theilen des Thallus bis 8 Mal so lang als breit, worauf seiner Zeit auch schon Ruprecht selbst seine Aufmerksamkeit gerichtet, wie es aus seiner eigenen Handschrift, die er auf einer der vorhandenen Etiquetten der genannten Exemplare gemacht hat, ersichtlich ist.

darstellt, angefangen von sehr niedrigen, büschelförmigen, bis zu den schlankeren, langgewachsenen, dass sie aber alle in ihren Hauptzügen von demselben anatomischen Bau sind.[1])

Polysiphonia arctica J. Ag. steht der sogenannten *Polysiphonia variegata* (Ag.) Zanard[2]) ausserordentlich nahe; ihre Aehnlichkeit in Betreff des Habitus, sowie des anatomischen Baues ist so gross, dass sie in dieser Hinsicht von einander nicht zu unterscheiden sind.[3]) Darauf wird schon wie von J. Agardh. (l. c.) so auch von Areschoug (in dessen Beschreibung der *Polysiphonia haemisphaerica* Aresch. l. c.) hingewiesen. Der einzige Unterchied dieser beiden Formen müsste also dem zu Folge in den Fructificationsorganen zu suchen sein; da ich aber nicht die Gelegenheit hatte, die Cystocarpen bei *Polysiphonia arctica* J. Ag. zu sehen, so weiss ich auch nicht, in welchem Maasse dieser Unterschied als ein wesentlicher betrachtet werden könnte. Demungeachtet bin ich einstweilen gar nicht von der Selbstständigkeit dieser Art überzeugt und glaube, dass sie nur als eine nördliche arktische Varietät der zweiten Form anzunehmen ist, d. h., dass es richtiger wäre, sie als *Polysiphonia variegata* (Ag.) Zanard. var. *arctica* (J. Ag.) zu betrachten.

Polysiphonia nigrescens Grev.

J. Agardh. Spec. gen. et ord. alg. II, p. 1057. Harv. Phyc. Brit. III, pl. 277. Wyatt, Alg. Danm. fasc. III, № 135. Aresch. Alg. Scand. Exsicc. fasc. II et III (ser. nov.) № 63 — sub *Polysiphonia Brodiaei* (Dillw.)

Diese Pflanze scheint eine der gewöhnlichsten des Weissen Meeres zu sein. In grosser Anzahl wurde sie bei den Solowetzki-Inseln von A. Grigorieff (mit Tetrasporen versehen) gefunden, sowie auch in dem Onega-Busen, wo sie K. Mereschkowski unter anderen an folgenden Stellen gefunden: bei der Insel Ras-Ostrow in einer Tiefe von $1^1/_2$

1) Die unlängst von Areschoug beschriebene neue Art *Polysiphonia haemisphaerica* Aresch. (Observ. Phycol. III, S. 7, tab. 1, fig. 1, 2 u. 3) ist nämlich eine derartige Form und dabei von niedrigerem Wuchse, gleich der, welche z. B. auch bei den Solowetzki-Inseln im Weissen Meere vorkommt. In seiner Beschreibung identificirt Areschoug diese Form mit der *Polysiphonia pulvinata* Aresch., welche er noch früher in Nr. 67 (fasc. II u. III ser. nov.) seines Herbars Alg. Scand. Exsicc. vertheilt hat. Die *Polysiphonia pulvinata* besitzt aber, wie bekannt, nur 4 peripherische Siphone, und in meinem Exemplare des erwähnten Herbars von Areschoug zähle ich bei der in Nr. 67 vertheilten *Polysiphonia* beständig nur 4 peripherische Siphonen auf jedem von mir gemachten Querschnitte. Deswegen bleibt mir eine derartige Identificirung dieser beiden Formen, welche Areschoug macht, ganz unklar; oder soll vielleicht in verschiedenen Exemplaren seines Herbars unter derselben Nummer, ganz zufälliger Weise, nicht dieselbe Pflanze vertheilt sein?

2) J. Agardh. Spec. gen. et ord. alg. II, p. 1030. Es ist eine der charakteristischen Formen des Mittelmeeres, welche auch zu den gewöhnlichsten Formen des Adriatischen Meeres gehört; sie kommt auch an den Küsten des Atlantischen Oceans vor und wird gegenwärtig für Europa nicht nördlicher als der Süden von Grossbrittanien (J. Agardh. l. c.) angeführt, und für Nord-Amerika — nicht nördlicher als Massatschusets in den Vereinigten Staaten (Harvey, Ner. Boreal. Americ., S. 46).

3) Zuweilen bekommt die *Polysiphonia variegata* Zanard. in ihrem vorgerückten Alter auf den basalen Internodien ihres Thallus eine äussere Rinde, welche aus sehr kleinen Zellen zusammengesetzt ist, was nach der Angabe von Harvey (Phyc. Brit. II, pl. 155) nur in sehr seltenen Fällen vorkommen soll, woher es, meiner Ansicht nach, auch nicht als ein wesentliches Unterscheidungsmerkmal angesehen werden kann.

Faden, auf steinigem Boden, zusammen mit *Ahnfeltia plicata* Fr. und *Chaetopteris plumosa* Ktz.; ferner, in dem südöstlichen Theile des genannten Busens, auf ganz ebensolchem Boden, zusammen mit *Polysiphonia arctica* J. Ag. in einer Tiefe von 10 Faden, und endlich an der östlichen Küste desselben Meerbusens, auf sandigem Boden, in einer Tiefe von 18 Faden (hier mit Tetrasporen versehen, am 14/26. Juli.

Im Herbar von Ruprecht befinden sich Exemplare dieser Art, welche im Weissen Meere von C. v. Baer im Jahre 1837 gesammelt worden sind: die einen — ohne nähere Angabe des Fundorts, die anderen — an der östlichen Küste des Meeres unter $65\frac{1}{2}^{\circ}$ nördl. Breite; ausserdem sammelte sie auch noch derselbe Forscher im Jahre 1840 bei der Insel Golaja-Koschka, wo sie auch A. Middendorff im Jahre 1842 gefunden hat. W. Nylander fand sie im Jahre 1844 an der östlichen russisch-lappländischen Küste, nämlich bei Tri-Ostrowo und unweit von der Tschawanga-Mündung, so wie auch bei Pjalitza.

An den von den Solowetzki-Inseln stammenden Exemplaren waren mindestens 13 peripherische Siphonen zu sehen.

Aus dem nördlichen Eismeere sind in demselben Herbar Exemplare vorhanden, welche von W. Nylander (1844) in der Kola-Bucht, bei Letinskoi-Noss gesammelt worden sind (sie sind mit Tetrasporen versehen); so wie auch von Ruprecht (1841) — am südlichen Ufer der Insel Kolguew, am Cap Barmin und Cap Mikulkin.

Aus allen oben angeführten Gegendèn erinnert diese Pflanze diejenige Form, welche J. Agardh mit dem Namen *α pectinata* bezeichnet (l. c. S. 1058).

Fam. Sphaerococcoideae.

Gen. **Delesseria** (Lamour.) Grev.

Alg. Brit., p. 71. Lamour. Ess., p. 34, partim. J. Agardh. Spec. gen. et ord. alg. II, p. 677 et III, p. 477.

Delesseria sinuosa (Good. et Woodw.) Lamour.

Fucus sinuosus. Good. et Woodw. in Linn. Trans. III, p. 111. Turn. Hist Fuc. tab. 35. Harvey. Phyc. Brit. III, pl. 259. Aresch. Alg. Scand. Exsicc. fasc. II et III (ser. nov.) № 74. Wyatt, Alg. Danm. fasc. II, № 62.

Phycodrys sinuosa Ktz. Phyc. gener. p. 444, tab. 68, II. Spec. alg., p. 874 et Tab. Phyc. Band XVI, tab. 20.

Vergl. auch Nyl. och Sael. Herb. Mus. Fenn., p. 74.

Eine der gewöhnlichsten Algen des ganzen Weissen Meeres; sie ist z. B. überall und zwar in sehr grosser Anzahl bei den Solowetzki-Inseln in Jahre 1876 von A. Grigorieff

und in den Jahren 1876 u. 1877 von Mereschkowski angetroffen (unter anderen auch südsüdwestlich von der Insel Pessji-Ludi, in einer Tiefe von 3 — 8 Faden, zusammen mit *Odonthalia dentata* Lyngb., *Phyllophora interrupta* J. Ag., *Ptilota plumasa var. arctica mihi* und *Polysiphonia arctica* J. Ag. K. Mereschkowski fand sie auch überall und zwar auch in sehr grosser Anzahl in mehreren Stellen des Onega-Busens; und ebenso auch am Simnij-Ufer, bei Cap-Keretz (unter 65° 22′ nördl. Br. und 39° 35′ östl. Läng. von Greenwich) — hier auf steinigem und sandigem Boden, zusammen mit *Polysiphonia arctica* J. Ag., in einer Tiefe von 18 Faden.

Im Herbar von Ruprecht befinden sich Exemplare dieser Alge, welche im Weissen Meere von C. v. Baer in Jahre 1837 (ohne nähere Angabe des Fundorts), und von Baer's Expedition im Jahre 1840 — bei Tri-Ostrowo; von A. Middendorff (1842) — bei Tri-Ostrowo und unweit von der Ponoj-Mündung, und von W. Nylander (1844) bei Swiatoi-Noss (Russ. Lappl.) gesammelt worden sind.

Aus dem nördlichen Eismeere befinden sich in demselben Herbar Exemplare, welche von Ruprecht selbst (1841) an der nordwestlichen Spitze der Inseln Kolguew, und 15 Werst östlicher von Cap-Kanin gesammelt wurden; so wie auch von C. v. Baer — bei Nowaja-Semlja (1837.)

Bei den an der russisch-lappländischen Küste, westlich vom Swiatoi Noss liegenden Jokanski-Inseln fand diese Form auch K. Mereschkowski im Jahre 1876, nämlich bei den Medweschji (Bären)-Inseln, in einer Tiefe von 6—7 Faden, auf steinigem Boden, zusammen mit *Phyllophora interrupta* J. Ag. und *Euthora cristata* J. Ag.

Delesseria Baerii Rupr.

Tang. des Ochotsk. Meer., S. 239.
J. Agard. Spec. gen. et ord. alg. II, p. 685, III, p. 482.

Scheint im Weissen Meere ebenso wie die vorherbesprochene Art verbreitet zu sein[1]). Von den Solowetzki-Inseln sind sehr viele Exemplare dieser Alge von K. Mereschkowski und A. Grigorieff mitgebracht. K. Mereschkowhki fand sie hier unter anderen in einer Tiefe von 12 Faden, zwischen den genannten Inseln und Keem (unter 35° 21′ östl. Br. v. Greenwich), auf steinigem Boden.

Im Herbar von Ruprecht befinden sich Exemplare, die im Weissen Meere von C. v. Baer im Jahre 1837 — ohne genaue Angabe des Fundorts[2]) — gesammelt worden sind; so

1) Es ist die schon von Postels und Ruprecht in Illustr.-Alg S. II, unter dem Namen *Rhodymenia Baerii* gemeinte und für dieses Meer angeführte Form. Vergl. auch Nyl. och Sael. Herb. Mus. Fenn. p. 74.

2) Wahrscheinlich an der östlichen russisch-lappländischen Küste, bei Tri-Ostrowo, von wo auch die Mehrzahl aller andern von C. v. Baer gesammelten Algen herstammt. Vergl. übrigens Ruprecht l. c.

wie auch von W. Nylander (1844) an der russisch-lappländischen Küste, bei Swiatoi-Noss und in der Nähe der Tschawanga-Mündung, unweit Pjalitza, und endlich von A. Goebel (1869)—bei Tri-Ostrowo (hier mit der *Ptilota plumosa* Ag.).

Aus dem nördlichen Eismeere befinden sich in demselben Herbar Exemplare, welche von Ruprecht selbst (1841) am Cap-Barmin, am südlichen Ufer der Insel Kolguew und 15 Werst östlicher vom Cap-Kanin gesammelt worden sind.

Fam. Spongiocarpeae.

Gen. **Polyides** C. Ag.

Spec. alg. I, p. 390.

Polyides rotundus (Gml.) Grev.

Alg. Brit. p. 70, tab. II. *Fucus rotundus*. Gml. Hist. Fuc. p. 110, tab. 6, fig. 3.

J. Agardh, Spec. gen. et ord. alg. II, p. 721, et III, p. 629 (sub *Polyides lumbricalis* (Bauh.) J. Ag.)

Exsicc. Le-Jolis Alg. mar. de Cherb. № 117. Aresch. Alg. Scand. fasc. VI (ser. nov.) № 252.

Vergl. auch Nyl. och Sael. Herb. Mus. Fenn. p. 74.

Im Herbar von Ruprecht befinden sich Exemplare dieser Alge, welche im Weissen Meere von C. v. Baer, im Jahre 1837, (ohne nähere Angabe des Fundorts) und von W. Nylander, 1844—bei Tri-Ostrowo gesammelt worden sind. Diese Exemplare sind denen, welche in den oben citirten №№ der Herbarien von Le-Jolis und Areschoug vertheilt sind, sehr ähnlich.

Aus dem nördlichen Eismeere befinden sich in demselben Herbar ähnliche Exemplare, die am Cap-Mikulkin und Swiatoi-Noss (klein Samojed.-Land) von Ruprecht selbst im Jahre 1841 gesammelt worden sind.

Fam. Rhodymenieae.

Gen. **Rhodymenia** (Grev.) J. Ag.

Alg. Liebm. p. 15 et Spec. gen. et ord. alg. II, p. 375 et III, p. 328. Grev. Alg. Brit. p. 84; *char. mut.*

Rhodymenia palmata (L.) Grev.

Harvey. Phyc. Brit. II, pl. 217 (218).
Nyl. och Sael. Herb. Mus. Fenn., p. 74.

Solowetzki-Inseln, in der Anserschen-Meerenge—sehr selten (A. Grigorieff).

Im akademischen Herbar von Ruprecht befinden sich Exemplare dieser Pflanze (*Halymenia palmata* Ag. benannt[1]), welche im Weissen Meere von C. v. Baer, 1837, ohne genaue Angabe des Fundorts, und von W. Nylander, 1844, an der russisch-lappländischen Küste, bei Tri-Ostrowo und Swiatoi-Noss, gesammelt worden sind.

Aus dem nördlichen Eismeere befinden sich in demselben Herbar Exemplare, welche in der Gawrilowa-Bucht (Russ. Lappl.) von Schrenk, und bei Nowaja-Semlja — von C. v. Baer (1837) gesammelt sind. Im Vergleich zu den aus dem Weissen Meere stammenden, ziemlich kleinen Exemplaren, sind die aus der letztgenannten Gegend — sehr gross. Manche der von W. Nylander bei Swiatoi-Noss gesammelten Exemplare nähern sich der Varietät *sarniensis*(*Fucus sarniensis* Roth. Catal. Bot. III, p. 103, t. I. Turn. Fuc. pl. 44.)

Gen. **Euthora** J. Ag.

Alg. Liebm. p. 11 (reform). Spec. gen. et ord. alg. II, p. 383 et III, p. 359.

Euthora cristata (Turn.) J. Ag.

Alg. Liebm. l. c. Spec. gen. et ord. alg. II, p. 385 et III, p. 360. Aresch. Alg. Scand. exsicc. fasc. VII et VIII (ser. nov.) № 308.
Harvey. Phyc. Brit. III, pl. 307 (sub *Rhodymenia cristata* Grev.).
Kütz. Tab. Phyc., Band XVII, tab. 93 (sub *Calophyllis cristata* Ktz.).
Rupr. In Herb. Acad. Petropol. sub *Nereidea cristata* Rupr.
Nyl. och Sael. Herb. Mus. Fenn., p. 74 (sub *Rhodymenia cristata* [L.]).

Diese Form wird im Weissen Meere ziemlich häufig angetroffen; unter anderm fand man sie bei den Solowetzki-Inseln (A. Grigorieff, K. Mereschkowski), Tri-Ostrowo[2])

1) Vergl. Post. et Rupr. Illustr. Alg. S. II, wo diese Form unter solch' einem Namen für das Weisse Meer angeführt wird.

2) Für Tri-Ostrowo wird diese Pflanze schon in Illustr. Alg. von Post. et Rupr. S. II, unter dem Namen *Rhodymenia cristata* erwähnt.

(Baer's Expedit., 1840 — Pankiewitsch[1]); W. Nylander, 1844; Ad. Goebel, 1869). Alle diese Exemplare sind unter einander vollkommen gleich.

Die Exemplare, welche im Weissen Meere ohne genaue Angabe des Fundorts von C. v. Baer, 1837, gesammelt und einen viel schmäleren Thallus besitzen, sind von Ruprecht mit den erstgenannten, von Tri-Ostrowo stammenden Exemplaren zu seiner *Nereidea cristata* zugezählt worden, während er aber einige andere ganz ebensolche Exemplare, die er selbst an der südlichen Küste der Insel Kolguew, 1841, sammelte, zu einer besonderen von ihm als neu festgestellten Art *Nereidea intermedia* rechnete. Sowohl diese Exemplare, wie auch die schon oben erwähnten und von C. v. Baer gesammelten, sind derjenigen schmalen Form *Euthorae cristatae* J. Ag. vollkommen identisch, welche von Dr. Kjellmann bei Spitzbergen, in Mosselbay, 1872, gesammelt worden und später in seiner Collection «Plantae in itineribus Suecorum polaribus collectae» (Ex Mus. Bot. Holm.) vertheilt worden ist.

Es ist zu bemerken, dass im Ruprecht'schen Herbar selbst solche Exemplare dieser Art vorhanden sind (von Ruprecht selbst im Jahre 1841 an demselben südlichen Ufer der Insel Kolguew, so wie auch am nordwestlichen Ufer derselben Insel und bei Kanin-Noss gesammelt), welche vollständige Uebergänge darstellen von den breitthallischen Formen dieser Art zu den etwas schmäleren (und diese Formen sind von Ruprecht in dessen Herbar *Nereidea cristata* var. *angustata* benannt) und endlich zu solchen, bei denen die Thallusbreite ebenso schmal, wie bei seiner *Nereidea intermedia*[2]) ist.

Ausserdem befinden sich im Herbar von Ruprecht auch noch von den Küsten des nördlichen Eismeeres stammende Exemplare, die nämlich von A. Middendorff, 1842, in der Schuretzkaja-Bucht (Russ. Lappl.) gesammelt worden und von einer gewöhnlichen Thallusbreite sind.

An derselben nördlichen russisch-lappländischen Küste, bei den Jokanski-Inseln (westlich von Swiatoi-Noss) wurde diese Form auch mehrmals im Jahre 1876 von K. Mereschkowski angetroffen, und zwar in verschiedenen Tiefen, von 6—16 Faden, zusammen mit anderen Florideen, wie z. B. *Phyllophora interrupta* J. Ag., *Delesseria sinuosa* Lamour.,

---

1) Dieses Exemplar, den 25. Juni/7. Juli gesammelt, ist mit Tetrasporen versehen.

2) So viel ich weiss, hat Ruprecht nirgends seine *Nereidea intermedia* beschrieben. Alle seine literärischen Angaben über diese Pflanze beschränken sich nur auf seine Aeusserung, dass er diese Form am südlichen Ufer der Insel Kolguew zum ersten Mal gefunden hat (Tang. d. Ochotsk. Meer. S. 252), sowie auch darauf, dass sie «ein Verbindungsglied der Gattung *Nereidea* Stackh., (also der heutigen *Euthora* J. Ag.) mit *Ciliaria fusca* var. *simplicior* (d. h. was gegenwärtig zu *Rhodophyllis* Ktz. zugezählt wird) bildet, von welcher sie bloss durch die kleinen Rindenzellen unterschieden werden kann.» Es ist also evident, dass Ruprecht nirgends auf die Unterscheidungsmerkmale dieser von ihm neu festgestellten Art von allen übrigen bis dahin bekannten Arten hingewiesen hat. Nur aus einer Stelle seiner erwähnten Arbeit (l. c. S. 260) ist ersichtlich, und auch nicht einmal direct, sondern indirect, dass er diese Form für eine seiner *Nereidea* (= *Euthora*) *cristata* var. *angustata* sehr nahe stehende hielt (vergl. z. B. S. 241). Demzufolge blieb also nichts weiter übrig, als um sich mit dieser Form nach den authentischen Exemplaren des Autors bekannt zu machen.

Ptilota plumosa var. *arctica mihi* (unter anderm, bei den Medweschji [Bären]-Inseln, auf steinigem Boden in einer Tiefe von 6—7 Faden).

Gen. **Rhodophyllis** Ktz.

Bot. Zeit. 1847, p. 23. J. Agardh. Spec. gen. et ord. alg. III, p. 360.

Rhodophyllis dichotoma (Lepech.) Ch. Gobi.

Fucus dichotomus. Lepechin in Nov. Comment. Acad. Petropol. tom. XIX (1775), p. 479, tab. 22!!

Rhodymenia ciliata Grev. in Post. et Rupr. Illustr. Alg., p. II et 15.

Ciliaria fusca Rupr. Tang des Ochotsk. Meer., p. 251—255.

Rhodophyllis Veprecula J. Ag. Spec. gen. et ord. alg. II, p. 390 et III, p. 362. Kjellm. Ueb. die Algenveget. d. Murm. Meer., S. 16.

Diese Form kommt im Weissen Meere ebenso oft wie in verschiedenen bis jetzt erforschten Gegenden des nördlichen Eismeeres[1]) vor; so wurde sie z. B. im Weissen Meere in grosser Anzahl bei den Solowetzki-Inseln (von K. Mereschkowski und A. Grigorieff) angetroffen und zwar in den mannigfaltigsten Formen in Bezug auf die Dimensions-Verhältnisse der verschiedenen Theile ihres Thallus (deren Länge und besonders Breite), der Anzahl der sogenannten Cilien etc.

Schon im vergangenen Jahrhunderte wurde diese Form an der östlichen russisch-lappländischen Küste (Terskij-Ufer) des Weissen Meeres von Lepöchin gefunden, welcher sie unter dem Namen *Fucus dichotomus* beschrieb und abbildete[2]) (J. Lepechin l. c., die Abbildung stellt eine der breiteren Formen dieser Pflanze dar). An derselben Küste, bei Tri-Ostrowo, wurde sie von C. v. Baer (1837), Pankiewitsch (1840) und A. Goebel (1869), bei Swiatoi-Noss (Russ. Lappl.) — von W. Nylander (1844) gesammelt. An der nördlichen

---

1) Vergl. J. Agardh l. c. und besonders Kjellmann l. c.

2) Die vollkommene Identität der Lepöchin'schen Pflanze *Fucus dichotomus* mit *Rhodophyllis Veprecula* J. Ag. liegt ausser allem Zweifel, da überall im Weissen Meere, wie an allen ihm zunächst liegenden Theilen des nördlichen Eismeeres, ausschliesslich nur diese Form vorkommt, während die ihr sehr nahe stehende *Callieblepharis* Ktz. — Formen (vergl. J. Agardh. l. c. p. 619 u. III, p. 432), für welche sie angenommen werden könnte, in diesen Meeren nicht vorkommen. Ueberhaupt erscheint die Gattung *Rhodophyllis* Kütz. sehr charakteristisch für die rein nördlichen, arctischen Meere, indem die Repräsentanten der Gattung *Calliblepharis* Ktz. nur in den mehr südlichen Breiten vorzukommen scheinen.

Schon Postels und Ruprecht führten in ihrem Werke Illustr. Alg. (l. c.) den Namen *Fucus dichotomus* Lepöchin als Synonym für die von C. v. Baer bei Tri-Ostrowo (was ebenfalls an demselben Terskij-Ufer des Weissen Meeres liegt) gesammelte Pflanze an, welche sie damals unrichtig *Rhodymenia ciliata* Grev. nannten. Später veränderte Ruprecht einige Male diese Benennung in manche andere und ist endlich auf der Benennung *Ciliaria jubata* (Good. et Woodw.) Rupr. stehen geblieben (Herb. Acad. Petropol. und Tang. d. Ochotsk. Meer. l. c.). Ungeachtet aber eines solchen Namenwechsels für diese Pflanze hielt Ruprecht immer die von ihm unter diesen Benennungen verstandenen Formen sowohl aus dem Weissen, wie auch aus dem Eismeere für identisch mit *Fucus dichotomus* Lepöch.

russisch-lappländischen Küste des Eismeers fand sie in der Schuretzkaja-Bucht A. Middendorff (1840); und am südlichen Ufer der Insel Kolguew, bei Cap Kanin und Swiatoi-Noss (Klein Samojed.-Land) — Ruprecht (1841).[1])

Es ist, bekanntlich, eine äusserst polymorphe Form, worauf schon von J. Agardh. (Spec. gen. et ord. alg. II, p. 390), wie auch von Dr. Kjellmann (l. c.) hingewiesen worden ist. Ich muss hier nur bemerken, dass bei den sehr vielen Exemplaren, welche ich gesehen, die Thallusbreite von 1—10 Mllm. variirte, und dass es unter allen diesen Formen (sowohl aus Ruprecht's Herbar, wie auch aus allen anderen Collectionen und besonders der an dieser Form sehr reichen Sammlung von A. Grigorieff von den Solowetzki-Inseln) auch solche Exemplare giebt, die den Exemplaren der aus dem Ochotskischen Meere stammenden *Ciliaria fusca* Rupr. vollkommen gleich sind; dabei sind auch die Cystocarpen, mit welchen mehrere derselben versehen sind, ganz ebenso gebaut, d. h. sie besitzen auch eine Placenta centralis[2]), so dass jetzt durchaus kein Zweifel über die Identität der Ruprecht'schen Pflanze aus dem Ochotskischen Meere mit der hier besprochenen stattfinden kann (vergl. die vorletzte Anmerkung).

Manche der im Herbar von Ruprecht vorhandenen Formen sind auch mit zonenförmigen Tetrasporen versehen (tetrasporae zonatim divisae).

---

1) Alle Exemplare dieser Pflanze sind im akademischen Herbar von Ruprecht in einem gemeinsamen Umschlage unter dem Namen *Ciliaria jubata* cum *varr.* (Good. et Woodw.) aufbewahrt; aber an den Etiquetten der von W. Nylander (bei Swiatoi-Noss) und von Ruprecht selbst am südlichen Ufer der Insel Kolguew gesammelten Exemplare steht folgende von Ruprecht selbst gemachte Aufschrift: «*Ciliaria jubata* (Good. et Woodw.) f. *dichotoma* Rupr. ad *Fuc. vepreculam* Wormsk. (= *Ciliar. vepreculam* Rupr. oder, was ein und dasselbe ist = *Ciliar. fuscam* Rupr.) *accedens.*» Die anderen Exemplare sind aber *Fucus dichotomus* Lepöch. benannt (z. B. alle Exemplare, die bei Tri-Ostrowo von C. v. Baer und Pankiewitsch, in der Schuretzkaja-Bucht von A. Middendorff, und endlich von Ruprecht selbst — 15 Werst östlicher vom Cap Kanin gesammelt worden sind; an den Etiquetten der Exemplare vom letztgenannten Orte ist sogar hinzugefügt: «*Fucus dichotomus* Lepöch. — *optima!*»).

Wie bekannt, fasste Ruprecht alle mit schmälerem Thallus versehene Formen dieser Pflanze in eine besondere Art *Ciliaria fusca* Rupr. zusammen, zum Unterschiede von den breiteren Formen, welche er *Ciliaria jubata* (Good. et Woodw.) Rupr. nannte; und zwar that er es deswegen, weil er, wie er selbst gesteht, keine sicheren Uebergänge zwischen ihnen aufgefunden habe (Tang. d. Ochotsk. Meer. S. 252 u. 254). Dass er aber solche derartige Uebergänge vor sich hatte, wird nicht nur durch die authentischen Exemplare seines Herbars, sondern auch durch seine eigenen Worte bestätigt; so sagt er z. B. Seite 272 seines Werkes: «*Ciliaria fusca* (d. h. Fucus veprecula Wormsk., vergl. S. 251) schliesst sich so genau an manche Formen der *Ciliaria jubata* des Atlantischen Oceans, dass ihre Selbstständigkeit als Art um so mehr in Frage gestellt werden kann, als beide in Grönland zusammentreffen,» und etwas weiter, indem er durchaus diese 2 Formen unterscheiden will (da er dabei sowohl die mit schmalem Thallus versehenen Exemplare, welche von ihm selbst bei der Insel Kolguew, wie auch die von W. Nylander bei Swiatoi-Noss gesammelten meinte, welche eigentlich gar nicht von seiner *Ciliaria fusca* zu unterscheiden sind, und die er demungeachtet zur *Ciliaria jubata* rechnete) fährt er so fort: «Doch kommen schon unter der Lappländisch-Samojedischen *Ciliaria jubata* gabelförmig getheilte, in den *Fucus dichotomus* Lepöchin übergehende Formen (var. *furcata*) vor, die von *Fucus Veprecula* Wormsk. (d. h. seiner Ciliaria fusca) kaum anders, als durch breitere Endverzweigungen zu trennen sind».

2) Die einander in jeder Hinsicht sehr nahe stehenden Gattungen *Rhodophyllis* Kütz. und *Calliblepharis* Kütz. unterscheidet man gegenwärtig dadurch, dass bei der erstgenannten — centrale Placenta (vergl. J. Agardh l. c. III, p. 361) und bei der zweiten — basale Placenta (Id. ibid. p. 432) vorkommen.

Fam. Dumontieae.

Gen. **Dumontia** (Lamour.) J. Ag.

Spec. gen. et ord. alg. II, p. 348 et III, p. 256.
Lamour. Ess. p. 45 char. mut. et limit.

Dumontia filiformis (Lyngb.) Grev.

Alg. Brit. tab. 17. Harv. Phyc. Brit. I, pl. 59. J. Agardh. l. c. II, p. 349 et III, p. 257. Nyl. och Sael. Herb. Mus. Fenn. p. 74.

Im akademischen Herbar von Ruprecht sind Exemplare dieser Pflanze vorhanden, welche von W. Nylander (1844) an der russisch-lappländischen Küste, bei Tri-Ostrowo, Swiatoi-Noss und Semi-Ostrowo, und von Ruprecht selbst (1841)— am Cap-Barmin (Klein Samojed.-Land) gesammelt worden sind.

Ich denke, dass der sogenannte *Fucus tubulosus* Lepech.[1]) (in Nov. Comment. Acad. Petropol. tome XIX (1775) p. 476, tab. 20), welcher nach Lepöchin bei den Inseln des Meerbusens von Kandalax oft vorkommt, hierher zu rechnen ist, weil die von Lepöchin gegebene Abbildung sehr derjenigen, welche Harvey (l. c.) für die *Dumontia filiformis* Grev. giebt, gleicht, und einige von den von W. Nylander an der russisch-lappländischen Küste gesammelten Exemplare, sich sehr der erwähnten Abbildung Harvey's nähern.

---

1) Diese Pflanze bekam zu verschiedenen Zeiten verschiedene Namen, die jedoch gar nicht die Sache selbst erklären, sondern vielmehr sie verdunkeln. Postels und Ruprecht z. B. nannten sie (Ill. Alg., 1840, p. 11) *Dumontia tubulosa*; Endlicher (Suppl. III [1843], p. 39) — *Dumontia Lepechinii* Endl.; dieser letzte Name wurde auch von Kützing in seinem Werke Spec. alg. (S. 720) aufgenommen, jedoch mit der Bemerkung, dass es eine *species dubia* sei; in seinem später erschienenen Werke, Tabul. Phycol. Band XVI, 1866, S. 28, hält Kützing indessen diese Form schon nicht mehr für eine zweifelhafte, indem er sie *Halosaccion Lepechini* Kütz. nennt, und giebt nicht nur eine neue Abbildung (l. c. tab. 79) ihres äusseren Habitus, nach welchem zu urtheilen die von ihm abgebildete Pflanze mit der von Lepöchin selbst gegebenen Abbildung nichts Gemeinschaftliches hat, sondern stellt sogar auch den anatomischen Bau dieser Pflanze dar. Ebensowenig begründet erscheint auch die Versetzung der Lepöchinschen Pflanze aus der Gattung *Dumontia* in die Gattung *Halosaccion*, welche Ruprecht in seinem später erschienenen Werke (Tang. d. Ochotsk. Meer., S. 272) gemacht, wo er dieser Form den Namen *Halosaccion ramentaceum* beilegt.

Indem J. Agardh (l. c. II, p. 359) sich auf die authentischen Exemplare bezieht, welche zur erwähnten Pflanze *Fucus tubulosus* Lepech. gehören sollten, sagt er, dass sie nichts anderes, als *Halosaccion ramentaceum* J. Ag. sei. Hier hat sich jedoch ein augenscheinlicher Fehler eingeschlichen, welcher durch eine sehr mögliche zufällige Verwechselung der Etiquetten von dieser und einer andern Lepöchin'schen Form, nämlich *Fucus graminifolius* Lepech. (Lepech. l. c. S. 481, tab. 23), welche in der That mit grosser Wahrscheinlichkeit für *Halosaccion ramentaceum* J. Ag. (=Halosacc. soboliferum Rupr.) angenommen sein kann, erklärt werden kann; ein Blick auf die von Lepöchin selbst gegebenen Abbildungen seiner beiden Pflanzen genügt, die Möglichkeit eines solchen Fehlers zuzulassen; dass aber solch ein Fehler wirklich stattgefunden hat, dafür findet man unzweifelhafte Beweise in Ruprechts Angaben, in dessen Werke Tang. d. Ochotsk. Meer., S. 273.

Gen. **Halosaccion** Ktz.

Phyc. gener. p. 439.

Halosaccion ramentaceum (L.) J. Ag.

Spec. gen. et ord. alg. II, p. 358 et III, p. 260.
Dumontia sobolifera Lamour. in Kütz. Spec. alg., p. 719 et Tab. Phycal., Band XVI, tab. 81.
Dumontia ramentacea (L.) — Nyl. och Sael. Herb. Mus. Fenn., p. 74.
Halosaccion soboliferum Rupr. Tang. d. Ochotsk. Meer., S. 268 } Unter demselben Namen auch im Herb. Acad. Petropol. von Ruprecht.
Halosaccion fistulosum Rupr. Ibid. S. 273 }

Solowetzki-Inseln (A. Grigorieff); jedoch scheint sie hier nicht besonders oft vorzukommen.

Im Herbar von Ruprecht befinden sich Exemplare dieser Pflanze (*Halosaccion fistulosum* Rupr.[1]) benannt), welche an der russisch-lappländischen Küste bei Tri-Ostrowo nnd Swiatoi-Noss von W. Nylander gesammelt worden sind: vom letztgenannten Orte besonders grössere Anzahl (vergl. Rupr. l. c S. 274).

Der sogenannte *Fucus graminifolius* Lepech. vom Weissen Meere[2]) ist wahrscheinlich hierher zu rechnen (vergl. die Anmerkung zu *Dumontia filiformis* Grev., so wie auch Post. et Rupr. Illustr. Alg., p. 19, und Rupr. Tang. d. Ochotsk. Meer. S. 269).

In der citirten Schrift von Lepöchin wird für das Weisse Meer noch über einen *Fucus saccatus* Lepech. erwähnt (S. 478, tab. 21), für welche Form Lepöchin folgende Diagnose aufstellt: «Caule plano inflato, ramoso; ramis oppositis, foliis ovato-oblongis, tumidis, intus cavis,» und weiter bei der Beschreibung fügt er hinzu: «Color totius fuci ruber est: longitudine V pollicum». Diese Pflanze wurde an der russisch-lappländischen Küste, bei Tri-Ostrowo, an Klippen, wo sie Büschel bildete, gefunden.

Später wurde diese Form in *Dumontia Lepechini* Post. et Rupr., Illustr. Alg. p. II, *Dumontia saccata* (Lepech.) Endl. — Suppl. III (1843), p. 40, ebenso bei Kütz. Spec. alg. (1849), p. 719, *Halosaccion Lepechini* Rupr. — Tang. des Ochotsk. Meer., S. 292 (vergl. auch S. 286), *Halosaccion saccatum* Kütz. — Tab. Phyc. Band XVI (1866), S. 27 — umgetauft; aber alle diese Benennungen sind nichts weiter, als blos einfache Versetzungen oder Umstellungen der Worte, weil Niemand nach Lepöchin diese Pflanze je gesehen hat,

---

1) Die im Herbar von Ruprecht unter dieser Benennung vorhandenen Exemplare unterscheiden sich durch nichts von den in demselben Herbar sich befindenden Exemplaren des *Halosaccion soboliferum* Rupr., welche von C. v. Baer, 1837, bei Nowaja-Semlja und von A. Middendorff, 1842, in der Schuretzkaja-Bucht (an der nördlichen russisch-lappländischen Küste) gesammelt worden sind. In wie weit Ruprecht's Belege, welche er zum Unterschiede der von ihm festgestellten beiden erwähnten Arten anführt, wesentlich sind, ist übrigens schon aus seiner Arbeit selbst einleuchtend (l. c. S. 273).

2) J. Lepechin. Quatuor fucorum species descriptae (Nov. Comment. Acad. scient. Imper. Petropolit. Tome XIX, pro anno 1774, p. 481, tab. 23).

und sie an genanntem Orte später auch nie wieder gefunden worden ist. Diese Alge bleibt demnach auch gegenwärtig problematisch; es kann von ihr nur gesagt werden, dass sie unzweifelhaft eine Floridee ist, die vielleicht zur Gattung *Halosaccion* Ktz. gehört[1]).

Gen. **Sarcophyllis** J. Ag.

Spec. gen. et ord. alg. III, p. 263.

Sarcophyllis edulis (Stackh.) J. Ag. l. c. p. 265.

Sarcophyllis lobata Kütz. Phyc. gener. S. 401; Spec. alg. S. 748; Tab. Phycol. Band XVII, tab. 97.

Im Herbar von Ruprecht ist nur ein einziges aus dem Weissen Meere stammendes Exemplar dieser Pflanze vorhanden (*Iridaea edulis* Bory benannt[2])), welches von C. v. Baer bei Tri-Ostrowo im Jahre 1837 gesammelt worden ist.

Ein anderes Exemplar von der Küste des nördlichen Eismeeres stammend, nämlich von Cap Kanin (gesammelt von Ruprecht, 1841) und welches seinem anatomischen Baue nach mit dem erstgenannten übereinstimmt, ist vielleicht zur *Sarcophyllis arctica* Kjellm. zu rechnen.[3])

Fam. Gigartineae.

Gen. **Ahnfeltia** (Fries) J. Ag.

Alg. Liebm. p. 12. Fries, Fl. Scan. p. 310, partim. J. Agardh. Spec. gen. et ord. alg. II, p. 309 et III, p. 205.

Ahnfeltia plicata Fries.

Turn. Hist. Fuc. III, tab. 180 (sub *Fucus plicatus*). Post. et Rupr. Illustr. Alg. p. II et 16 (sub *Gigartina plicata* Lamx.); unter demselben Namen auch bei Nyl. och Sael. Herb. Mus. Fenn. p. 74 und in Wyatt, Alg. Danm. № 116. Harvey, Phyc. Brit. III, pl. 288 (sub *Gymnogongrus plicatus* Kütz.).

Kütz. Tab. Phyc. Band XIX, tab. 66. Aresch. Alg. Scand. exsicc. fasc. I, № 4 und fasc. II et III (ser. nov.) № 77.

Diese Form wird bei den Solowetzki-Inseln ziemlich häufig angetroffen; so wurde sie hier z. B. von A. Sokoloff (1869), K. Mereschkowski (1876 und 1877) und besonders viel

---

1) Lepöchin's Abbildung gleicht sehr derjenigen, welche Turner (Hist. Fuc. IV, p. 241, fig. *d*, rechts, unten) von einer Pflanze giebt, die er auch *Fucus saccatus* Lepech. nennt und welche von Horner und Tilesius an den Küsten Kamtschatka's gefunden worden ist. J. Agardh (Spec. gen. et ord. alg. III, p. 259) hält diese Turner'sche Pflanze mit dem *Halosaccion firmum* Rupr. (Tang. d. Ochotsk. Meer., S. 292) für identisch.

2) Vergl. Post. et Rupr. Illustr. Alg. p. II.

3) Kjellm. Ueb. d. Algenveget. d. Murm. Meer., S. 17—20 (vergl. auch dessen frühere Arbeit, Spetsb. Thall. I, fig. 8, 9, wo dieselbe Form unter dem Namen *Kallymenia? integra* Kjellm. angeführt ist). Ob diese von Dr. Kjellmann als neu festgestellte Art nicht für eine sehr junge *Sarcophyllis edulis* J. Ag. anzusehen wäre?

von A. Grigorieff (1876) gesammelt. K. Mereschkowsky fand sie auch im Onega-Busen an folgenden Stellen: bei Ras-Ostrow, in einer Tiefe von $1^1/_2$ Faden zusammen mit *Polysiphonia nigrescens* Grev. und *Chaetopteris plumosa* Ktz.; zwischen der Insel Sosnowetz und Cap Medweschji-Golowi (Bären-Köpfe, am westlichen Ufer des Busens), in einer Tiefe von 3 Faden; und endlich unweit Uneschma (an demselben Ufer) in einer Tiefe von 3 Faden; überall auf steinigem Boden.

Im Herbar von Ruprecht befinden sich Exemplare dieser Pflanze (unter dem Namen *Gigartina plicata* Lamx. aufbewahrt), welche an folgenden Stellen im Weissen Meere gesammelt worden sind: von C. v. Baer, 1837 — ohne nähere Angabe des Fundorts, von A. Middendorff, 1842 — bei der Insel Golaja-Koschka (diese Form trägt im genannten Herbar den Namen f. *crassior*), bei Ponoj und Tri-Ostrowo; und von W. Nylander, 1844 — bei Tri-Ostrowo und der Keret-Mündung.

Von den Küsten des nördlichen Eismeeres befinden sich in demselben Herbar Exemplare, welche in der Schuretzkaja-Bucht (Russ. Lappl.) im Jahre 1840 gesammelt worden sind (von wem, ist nicht angegeben) und von Ruprecht selbst im Jahre 1841, bei Cap Apowski (in dem Busen von Mesen), am nordwestlichen Ufer der Insel Kolguew, am Cap Kanin und Cap Barmin (Klein Samojed.-Land).

Gen. **Cystoclonium** Ktz.

Phyc. gener. S. 404.

Cystoclonium purpurascens (Huds.) Ktz.

J. Agardh. Spec. gen. et ord. alg. II, p. 307 und III, p. 239.
Harvey, Phyc. Brit. I, pl. 116 (sub *Hypnea purpurascens* Harv.).
Wyatt. Alg. Danm. fasc. II, № 74 (sub *Gigartina purpurascens*); unter demselben Namen auch bei Nyl. och Sael.Herb. Mus. Fenn., p. 74.
Aresch. Alg. Scand. exsicc. fasc. II et III (ser. nov.), № 76.

Fragmente dieser Pflanze sah ich in den Sammlungen, welche A. Sokoloff (1869) und K. Mereschkowsky (1876) von den Solowetzki-Inseln mitgebracht haben.

Im Herbar von Ruprecht befindet sich nur ein einziges aus dem Weissen Meere stammendes Exemplar dieser Alge (circa bis 7 Ctmr. lang), welches von W. Nylander, im Jahre 1844, bei Tri-Ostrowo gefunden worden ist.

Ein anderes viel kleineres Exemplar ist von demselben Forscher an der nördlichen russisch-lappländischen (dem Eismeere hin zugewendeten) Küste gesammelt.

Ausserdem sind noch einige Exemplare dieser Pflanze von Ruprecht selbst, im Jahre 1841, an dem südlichen Ufer der Insel Kolguew und bei Swiatoi-Noss (Klein Samojed.-Land) gesammelt.

Gen. **Phyllophora** (Grev.) J. Ag.

Grev. Alg. Brit. p. LVI und 135 (mut. limit.). J. Agardh. Alg. Medit., p. 93 und Spec. gen. et ord. alg. II, p. 328, III, p. 216.

Phyllophora interrupta (Grev.) J. Ag.

Spec. gen. et ord. alg. III, p. 217.

Sphaerococcus interruptus Grev. in Act. Leopold. XIV, pars poster. (1829), p. 243, tab. 26!; und bei Kütz. Tab. Phycol. Band XIX, tab. 20.

Es ist eine der gewöhnlichsten Algen bei den Solowetzki-Inseln nach den Angaben von A. Grigorieff und K. Mereschkowski. So traf sie hier unter anderen K. Mereschkowski sehr oft und zwar massenhaft süd-südwestlich von der Insel Pessji-Ludi, in einer Tiefe von 3—8 Faden, zusammen mit *Odonthalia dentata* Lyngb., *Delesseria sinuosa* Lamx., *Ptilota plumosa* var. *arctica* Ch. Gobi und *Polysiphonia arctica* J. Ag. Er fand sie auch bei der Einfahrt in den Onega-Busen, unweit von den Kusowi-Inseln, so wie in dem Onega-Busen selbst, z. B. in der Nähe der Insel Schuschmuj, zusammen mit der *Ptilota plumosa* var. *arctica* Ch. Gobi und zwar auch massenhaft. Ich fand diese Form auch in dem von den Solowetzki-Inseln von A. Sokoloff mitgebrachten Materiale[1]). Um so merkwürdiger erscheint nun die Thatsache,

---

1) Obwohl die von A. Sokoloff gesammelten Exemplare ihrem anatomischen Baue nach, so wie auch durch das Vorhandensein der Nemathecien, mit der typischen Form vollkommen gleich sind, unterscheiden sie sich etwas von derselben durch ihren Habitus. In dieser Hinsicht erinnern sie sehr an die auf der südlichen Halbkugel, bei den Campbell-Inseln (südlich von Neu-Seeland, unter $52^1/_2{}^\circ$ südl. Br.) gefundene Form, die sogenannte *Rhodymenia dichotoma* Hook. fil. et Harv. (Flora Antarct., vol. I, p. 186, tab. 72, fig. 1!!), wobei die folgende kurze Beschreibung, welche die genannten Autoren ihrer Pflanze geben, vollkommen auf dieselbe passt:

«Frons flabellatim expansa, 4—7 unc. lata, basi cuneata, pluries dichotoma, laciniis linearibus cuneatisve $^1/_4$—$^1/_2$ unc. latis et ultra, patentibus, apicibus obtusis emarginatis bifidisve. Substantia tenuis membranacea e cellulis superficiem versus minimis coloratis formata interioribus magnis hyalinis. Chartae non adhaeret.»

Die genannten Autoren fügen noch hinzu, dass die sterilen Exemplare dieser Pflanze sehr an die *Phyllophora obtusa* Grev. erinnern, sich jedoch durch den inneren Bau von derselben unterscheiden. Als eine ihrer Pflanze am nächsten stehende Form betrachten sie die *Rhodymenia palmetta* Grev. Es ist jedoch zu bedauern, dass sie diesen anatomischen Bau nicht durch eine Abbildung veranschaulichen.

Kützing rechnete später die genannte *Rhodymenia dichotoma* zu seiner Gattung *Calophyllis* (Cal. dichotoma Ktz. in Spec. alg. p. 746 et Tab. Phycol. Band XVII, tab. 91), jedoch scheint J. Agardh (Spec. gen. et ord. alg. III, p. 236)nicht ohne Grund anzunehmen, dass Kützing's Pflanze kaum mit derjenigen von Hooker und Harvey identisch ist. Und man muss darin mit J. Agardh übereinstimmen; schon ein einfacher Vergleich des Habitus der von Kützing abgebildeten Pflanze mit dem von Hooker und Harvey gegebenen beweist, dass es ganz verschiedene Pflanzen sein müssen.

Indem wir nun die sehr kurzen anatomischen Data zusammenfassen, welche wir bei den genannten Autoren in der oben citirten Beschreibung ihrer Pflanze finden, so ist es einleuchtend, dass diese anatomischen Angaben mit gleichem Rechte auf den Bau sowohl zur Gattung *Phyllophora* Grev., wie auch zur Gattung *Rhodymenia* Grev. gehörenden Formen passen.

Ich bin freilich weit entfernt davon, diese Pflanze für identisch mit der von den Solowetzki-Inseln stammenden Form zu halten, halte es aber auf Grund aller oben angeführten Data für nothwendig, auf ihre frappante Aehnlichkeit unter einander und jedenfalls auf die sehr mögliche nahe Stellung derselben zu einander hinzuweisen. Und wenn es in der That sich erweisen sollte, dass diese Pflanze zur Gattung *Phyllophora* gehöre in dem Sinne

dass es im Herbar von Ruprecht keine aus dem Weissen Meere stammenden Exemplare dieser Pflanze giebt, sondern nur von den Küsten des nördlichen Eismeeres (und dabei auch noch nicht unter dem eigentlichen, sondern unter verschiedenen anderen mit einem ? begleiteten Namen): so z. B. die, welche von Ruprecht selbst im Jahre 1841 an dem südlichen Ufer der Insel Kolguew gesammelt worden sind (mit der Aufschrift auf der Etiquette: *Sphaerococcus membranifolius*?), so wie auch die von C. v. Baer im Jahre 1837 bei Nowaja-Semlja gesammelten (diese tragen den Namen *Chondrus Brodiaei?*)

Im nördlichen Eismeere fand diese Form auch K. Mereschkowski, im Jahre 1876, an der russisch-lappländischen Küste bei den Jokanski-Inseln, und unter anderen bei den Medweschji (Bären)-Inseln, in einer Tiefe von 6 — 7 Faden, zusammen mit *Delesseria sinuosa* Lamx. und *Euthora cristata* J. Ag., auf steinigem Boden.

Phyllophora Brodiaei (Turn.) J. Ag.

Spec. gen. et ord. alg. II, p. 330, et III, p. 216.
Fucus Brodiaei Turn. Fuc. II, tab. 72!
Vergl. auch Nyl. och Sael. Herb. Mus. Fenn. p. 74.

Einige Exemplare dieser Alge, die nicht nur in jeder Beziehung auf die Beschreibung J. Agardh's (l. c.) passen, sondern auch vollkommen gleich mit der von Turner gegebenen Abbildung sind, auf welche J. Agardh verweist, fand ich unter den Exemplaren der *Phyllophora interrupta* J. Ag., welche durch A. Sokoloff von den Solowetzki-Inseln im Jahre 1869 mitgebracht worden sind; gleich der letztgenannten Form waren sie auch mit Nemathecien versehen.

Im akademischen Herbar von Ruprecht befinden sich ganz ebensolche vom Weissen Meere herstammende Exemplare; die einen derselben — *Sphaerococcus Brodiaei* Ag. benannt — sind dort von C. v. Baer im Jahre 1837, ohne nähere Angabe des Fundorts, gesammelt; die anderen — *Chondrus Brodiaei* Grev. benannten — fand A. Middendorff, 1842, bei Ponoj und Tri-Ostrowo, und am letztgenannten Orte auch W. Nylander, 1844.

Von den Küsten des nördlichen Eismeeres befinden sich in demselben Herbar Exemplare, welche an folgenden Stellen gesammelt worden sind: von C. v. Baer, 1837, bei No-

---

wie diese Gattung gegenwärtig verstanden und von J. Agardh begrenzt wird (— die sogenannte *Phyllophora obtusa* Grev. wird jetzt in eine andere Gattung *Epymenia* Ktz. eingeschaltet, welche von der Gattung *Phyllophora* sowohl durch ihren inneren Bau, wie auch durch die Fructification verschieden ist —), so hätten wir ein höchst interessantes Beispiel einer analogen Verbreitung zweier sehr nahe zu einander stehender Formen unter ungefähr denselben Breiten auf den beiden Halbkugeln des Erdballs, nämlich: der erwähnten Pflanze von Hooker und Harvey — auf der südlichen Halbkugel, und der *Phyllophora interrupta* J. Ag. — auf der nördlichen, ganz dem ähnlich, wie z. B. die *Delesseria sinuosa* Lamx. der nördlichen Halbkugel auf der südlichen Halbkugel ein Analogon in der ihr sehr nahe stehenden Form *Delesseria dichotoma* Hook. fil. et Harvey besitzt. (Fl. Antarct. vol. I, p. 186, tab. 72.)

waja Semlja (das eine Exemplar ist *Chondrus membranifolius* Grev., und das andere *Chondrus Brodiaei* Grev. benannt), und von Ruprecht, 1841, am südlichen und nordwestlichen Ufer der Insel Kolguew (liegen im Herbar unter dem Namen *Chondrus Brodiaei* var. *concatenata* Ag.), ferner, 15 Werst östlich vom Cap-Kanin und endlich bei Swiatoi-Noss (Kl. Samojed.-Land); aus der letztgenannten Gegend sind unter anderm zwei Exemplare vorhanden (*Chondrus Brodiaei* var. *truncata* Pall. benannt), die als Uebergangsformen von dieser Pflanze zur *Phyllophora interrupta* J. Ag. anzusehen sind. Derartige Formen sind auch unter der grossen Anzahl der durch A. Grigorieff von den Solowetzki-Inseln mitgebrachten Exemplare der *Phyllophora interrupta* J. Ag. vorhanden. Ueberhaupt gebe ich zu, dass die beiden Formen, d. h. *Phyllophora interrupta* J. Ag. und *Phyllophora Brodiaei* (Turn.) J. Ag., in dem Sinne wie diese letztere J. Agardh auffasst (l. c.; vergl. auch Turner l. c.), in Wirklichkeit nichts anders, als nur verschiedene Varietäten einer und derselben Form darstellen, zwischen denen eine Reihe von Mittelstufen vorhanden ist. Gegenwärtig ist es jedoch schwer zu entscheiden, welche von diesen beiden Formen als Haupttypus und welche als eine diesem Typus untergeordnete und vom ihm hervorgegangene Form angenommen werden muss.

Fam. Fastigiarieae.

(*Furcellarieae* — J. Agardh, Spec. gen. et ord. alg. III, p. 240.)

Gen. **Fastigiaria** Stackh.

Tent. marino-cryptog. p. 90 (1809). Le-Jolis List. d. Alg. mar. de Cherb. p. 124.

Fastigiaria furcellata (L.) Stackh. (Furcellaria fastigiata Lamour.)

Stackh. l. c., p. 91. Le-Jol. l. c.p. 124. Vergl. auch Ch. Gobi, Rotht. (Florid.) d. Finn. Meerb., S. 6.

Im akademischen Herbar von Ruprecht ist ein Exemplar dieser Pflanze aufbewahrt, welches im Weissen Meere ohne nähere Angabe des Fundorts noch im Jahre 1781 von Prof. Pallas gefunden; auf der Etiquette steht folgende, warscheinlich vom Pallas selbst herstammende Aufschrift: «*Fucus fastigiatus* var. *B. interrupta.* Act. Soc. Linn.» Dieses Exemplar ist vollkommen identisch mit denjenigen Exemplaren der Pflanze, welche an der nördlichen norwegischen Küste Scandinaviens von Dr. Berggren (1868) gesammelt und durch J. Agardh als *Furcellaria fastigiata* Lamx.[1]) bestimmt worden sind. Dieses von Pallas gefundene Exemplar rechnete auch Ruprecht sehr richtig zu dieser Art.

1) Ex Mus. Botan. Holm.

Ganz ebensolche Exemplare fand auch Ruprecht im Jahre 1841 bei Cap-Apowski (in dem Busen von Mesen), so wie auch am südlichen und nordwestlichen Ufer der Insel Kolguew.

Was nun die in demselben Herbar vorhandenen Exemplare betrifft, welche von C. v. Baer, 1837, bei Nowaja-Semlja gesammelt und von Ruprecht zu dieser Art zugerechnet sind, so unterscheiden sie sich von den erstgenannten Exemplaren nur durch ihre geringere Grösse und Breite, und meiner Ansicht nach sind sie eher zu dieser Art, als zu *Polyides rotundus* Grev. zu rechnen, wie Kjellmann vermuthet sich darauf beziehend, dass er bei Nowaja-Semlja immer nur die letztgenannte von diesen beiden Formen gefunden hat. (Vergl. Kjellm. Ueb. d. Algenveget. des Murm. Meer. S. 14 u. 22).

Fam. Ceramieae.

Gen. **Ptilota** C. Ag.

Synops. Alg. Scand. p. XIX, partim; Spec. alg. I, p. 384; Syst. alg., p. XXXIII et 195. J. Agardh. Spec. gen. et ord. alg. II, p. 92 et III, p. 73.

Ptilota plumosa (L.) Ag.

forma α *typica* mihi.

Ptilota plumosa Ag. Grev., Alg. Brit. p. 155, tab. 15. Kütz. Phyc. gen. tab. 46, f. VI. Harv. Phyc. Brit. I, pl. 80 et Ner. Bor. Amer. II, p. 224. J. Ag. Spec. gen. et ord. alg. II, p. 95 et III, p. 75. Aresch. Alg. Scand. exsicc. fasc. IV (ser. nov.) № 160.

forma β *arctica* mihi.

Ptilota serrata Kütz. Bot. Zeit. 1847, p. 36. J. Ag. l. c. II, p. 97 et III, p. 76. Harv. Ner. Bor. Amer. II, p. 222.

Ptilota plumosa var. *serrata* Kütz. Id. Spec. alg. (1849), p. 670, et Tab. Phycol. Band XII (1862), tab. 55.

Ptilota plumosa Ag. — Post. et Rupr. Illustr. Alg. p. II et 16.

Die Merkmale, durch welche einige Autoren (wie z. B. J. Agardh l. c.) selbst bis jetzt die *Ptilota plumosa* (L.) Ag. von der sogenannten *Ptilota serrata* Ktz. zu unterscheiden suchen, sind sehr unwesentlich in Folge ihrer Unbeständigkeit, da sie in gewissem Grade beiden Formen eigen und also mehr oder weniger gemeinsam sind. Ihr einziger Unterschied besteht eigentlich nur in einem rein äusserlichen Merkmale, nämlich in der grösseren Gefiedertheit der erstgenannten Form, so dass man daran die beiden Formen oft schon mit blossem Auge, ohne Hülfe des Mikroscops, sogleich unterscheiden kann; aber abgesehen davon, dass dieses Merkmal durch keinen irgend welchen wesentlichen mikroscopisch-mor-

phologischen oder anatomischen Unterschied sich kennzeichnet, ist es oft unzuverlässig in Folge seiner Unbeständigkeit, da bei den genannten Formen auch in dieser Hinsicht Uebergangsstufen stattfinden.[1])

Indem ich daher den Artenunterschied dieser beiden Formen, zuerst von Kützing von einander unterschieden (Bot. Zeit. 1847, l. c.), nicht anerkenne, finde ich es viel natürlicher, mich der von diesem Forscher 2 Jahre später geäusserten Ansicht[2]) anschliessend (Spec. alg. 1849; l. c.), die zweite dieser Formen als eine Abart der ersteren und zwar als deren arctische Abart zu betrachten, da sie bisher ausschliesslich in den nördlichen Meeren gefunden worden ist, wo man sie, wenn auch mit ihrem Typus zuweilen zusammentrifft, jedoch nach allen Untersuchungen dieser Meere, sowohl der älteren, wie auch der neueren[3]), in viel grösserer Menge und viel öfter, als ihr Typus; dies wird auch durch folgende Angaben bestätigt.

Fast alle Exemplare vom Weissen Meere gehören zur Form *arctica mihi*[4]) und nur einige wenige zur typischen Form (der unbedeutendste Theil im Vergleich zur Anzahl der zur ersten Form gehörigen Exemplare — in den Sammlungen von K. Mereschkowski und A. Grigorieff von den Solowetzki-Inseln). Dies weist darauf hin, dass die Form *arctica* auch im Weissen Meere wie überhaupt in allen nördlichen arctischen Meeren die am meisten verbreitete und also im Vergleich mit ihrem Typus die vorherrschende ist.

Die Exemplare, welche von Pankiewitsch (Baer's Expedit. 1840) bei Tri-Ostrowo gesammelt worden sind, stellen eine Mittelstufe zwischen den beiden genannten Formen

---

1) Uebrigens ist diese Frage schon von Harvey (Ner. Boreal. Amer. p. 223—224) eingehend erörtert worden und zwar hauptsächlich vom Gesichtspunkte der Unbeständigkeit des genannten Merkmals aus, auf Grundlage dessen, nach Harvey's Ansicht, diese Formen am wenigsten unter einander unterschieden werden können. Und ungeachtet dessen, dass dieser Forscher fast ausschliesslich diese Frage, so zu sagen, von dieser Seite ganz besonders beleuchtet, wobei er seine vollständig richtigen und mit der Wirklichkeit übereinstimmenden Beobachtungen mittheilt, endigt er unbegreiflicherweise damit, dass er dennoch beide genannte «Arten» (wenn auch nur zeitweise) annimmt und sie dabei in zwei solche von ihm für die Gattuug *Ptilota* festgestellte Categorien, nämlich *Diversifoliae* und *Similifoliae* vertheilt, welche er gerade auf Grundlage des Merkmals unterscheidet, über dessen Unanwendbarkeit im genannten Falle er soeben im Vorhergehenden gesprochen hat.

2) Diese Ansicht hat er auch späterhin nicht aufgegeben: siehe seine Tabul. Phycol. Band XII (1862), tab. 55.

3) Vergl. Harvey's Angaben, und die neueren von Kjellmann.

4) Z. B. die in diesem Meere — ohne genaue Angabe des Fundorts — von C. v. Baer, 1837, und A. Sokoloff, 1869, gesammelten; ferner, von Schrenk — bei Tri-Ostrowo, und endlich, von K. Mereschkowski und A. Grigorieff — bei den Solowetzki-Inseln.

Nach den Angaben der beiden letztgenannten Herren, ist diese Form bei den Solewetzki-Inseln ebenso gemein, wie z. B. *Delesseria sinuosa* Lamx., *Phyllophora interrupta* J. Ag., *Odonthalia dentata* Lyngb., mit welchen sie sehr oft zusammen vorkommt und in gleich grosser Menge, in einer Tiefe von $1^1/_2$—10 Faden (K. Mereschkowski). Herr Mereschkowski fand sie hier unter anderem bei Babij-Ostrow in einer Tiefe von 3 Faden; südlich von der Insel Pessji-Ludi — in einer Tiefe von 8 Faden, und weiter nach S.-SW. von dieser Insel in einer Tiefe von 3—8 Faden, zusammen mit oben erwähnten Formen. Er fand sie ebenfalls unweit der Kusowi-Inseln, bei der Einfahrt in den Onega-Busen, zusammen mit *Phyllophora interrupta* J. Ag., in einer Tiefe von 7 Faden, so wie auch unweit der Insel Schuschmui (welche im genannten Onega-Busen selbst liegt) — massenhaft und gleichzeitig mit derselben *Phyllophora*. Endlich fand er sie auch im nördlichen Eismeere — bei den Jokanski-Inseln, in der Nähe von Swiatoi-Nöss (Russ. Lappl,), zusammen mit *Delesseria sinuosa* Lamx. und *Euthora cristata* J. Ag., in einer Tiefe von 16 Faden.

dar; eine dem ähnliche Uebergangsstufe ist auch in den von den Solowetzki-Inseln stammenden Sammlungen der Herren K. Mereschkowski und A. Grigorieff vorhanden.[1])

Gen. **Ceramium** Lyngb.

Hydr. Dan. p. 117.

Ceramium rubrum (Huds.) Ag

Vergl. Ch. Gobi Rotht. (Florid.) des Finn. Meerb. S. 2. (Nyl. och Sael. Herb. Mus. Fenn. p. 74.)

Die Mehrzahl der aus dem Weissen Meere stammenden Exemplare dieser Art stellt die sogenannte forma *decurrens auct.* dar; es sind z. B. die Exemplare, welche von W. Nylander bei der Keret-Mündung, und von den Herren K. Mereschkowski und A. Grigorieff — bei den Solowetzki-Inseln gesammelt worden sind. Alle andere Exemplare stellen eine Reihe von allerlei Uebergängen von der ebengenannten Form zu der typischen; derartige Uebergangsformen stellt z. B. die Mehrzahl der von W. Nylander bei Swiatoi-Noss (Russ. Lappl.) gesammelten Exemplare dar, während andere von demselben Forscher und in derselben Gegend gesammelten Exemplare der typischen Form angehören. Eine typische Form stellen auch diejenigen Exemplare dar, welche C. v. Baer[2]), 1837, im Weissen Meere, ohne nähere Angabe des Fundorts, gefunden hat.[3])

---

1) Ruprecht hatte die *Ptilota serrata* Ktz. nicht nur als keine Art anerkannt, sondern sah sie auch nicht einmal als eine Varietät von der *Ptilota plumosa* Ag. an. Es ist daraus zu schliessen, dass alle Exemplare seines Herbars — (nicht nur die obenerwähnten vom Weissen Meere, sondern auch von einigen Stellen des nördlichen Eismeeres stammende, wie z. B. diejenigen, welche von W. Nylander bei Semi-Ostrowo, — die übrigens auch einen Uebergang zwischen den beiden genannten Formen darstellen —, in der Schuretzkaja-Bucht und endlich von C. v. Baer bei Nowaja-Semlja gesammelt worden sind), — von denen die Mehrzahl der Form *arctica mihi* angehört, in seinem Herbar unter dem gemeinsamen Namen *Ptilota plumosa* Ag. zusammenliegen; während er aber die echte oder typische *Ptilota plumosa* Ag. für eine Varietas derjenigen Form hielt, welche er als *Ptilota plumosa* Ag. (d. h. eigentlich *serrata* Ktz. = *arctica mihi*) ansah; das erhellt daraus, dass einzige solcher Exemplare einer typischen *Ptilota plumosa* Ag., die er selbst im Jahre 1841 an der Küste des nördlichen Eismeeres — bei Cap Barmin und Swiatoi-Noss (Kl. Samoj. Land) sammelte, in seinem Herbar unter dem Namen Ptilota plumosa var. tenerrima Wahlnbg. aufbewahrt liegen (vergl. auch dessen Arbeit: Tang. d. Ochotsk. Meer. S. 335); zu dieser Varietas rechnete er auch die schon obenerwähnte von Pankiewitsch bei Tri-Ostrowo gesammelte Form, die, wie schon erwähnt, eine Mittelstufe zwischen der typischen und arctischen Form dieser Art darstellt.

2) Vergl. Post. et Rupr. Illustr. Alg. S. II u. 22, wo diese von C. v. Baer im Weissen Meere gesammelten Exemplare unter dem Namen *Ceramium virgatum* Roth angeführt, unter welchem letzteren Namen sie auch im Herbar von Ruprecht mit allen anderen in demselben Herbar vorhandenen Exemplaren dieser Art aufbewahrt werden.

3) Alle aus dem Weissen Meere stammende Exemplare, welche die typische Form darstellen, sind mit denen von derselben Form vollkommen identisch, die Dr. Kjellmann, 18[7]2, bei Spitzbergen — in Kollbay — gesammelt hat (Ex Mus. Bot. Holm.); ebenso verhält es sich auch mit denjenigen zu der Form *decurrens auct.* gehörenden Exemplaren, die ganz denselben gleichen, welche von demselben Forscher, 1873, an derselben Insel — in Green-Harbour — gesammelt worden sind.

Der Uebergangscharakter von der Form *decurrens auct.* zur typischen ist sehr oft sogar an einem und demselben Exemplare wahrzunehmen; derartige Exemplare sind es z. B., welche W. Nylander an der östlichen russisch-lappländischen Küste, unweit der Tschawanga-Mündung gefunden hat.

Alles soeben Gesagte bezieht sich auch auf diejenigen in Ruprecht's Herbar vorhandenen Formen, welche von den Küsten des nördlichen Eismeeres stammen; so stellen die von Ruprecht selbst am südlichen Ufer der Insel Kolguew, bei Cap Kanin, Cap Barmin, Swiatoi Noss (Kl. Samoj.-Land) gesammelten Exemplare, entweder die typische Form dar, oder die f. *decurrens auct.*, oder — was häufiger ist — eine Uebergangsform zwischen ihnen, welcher Uebergang an einem und demselben Exemplar wahrzunehmen ist (das letztgenannte Verhältniss ist besonders deutlich an einigen von Swiatoi-Noss stammenden Exemplaren ausgeprägt).

Die durch Baer's Expedition, 1840, an der nördlichen russisch-lappländischen Küste, in den Teriberschen Bucht gesammelten Exemplare gehören der f. *decurrens auct.* an; die von C. v. Baer aber, 1837, bei Nowaja-Semlja, sowie von W. Nylander in der Kola-Bucht — bei Letinskoi Noss (Russ. Lappl.) — gesammelten nähern sich mehr der typischen Form, der f. *decurrens auct.* jedoch nur durch einige ihrer Thallustheile.

Ich muss noch bemerken, dass fast alle obenerwähnten Exemplare mit Tetrasporen und zwar oft sehr reichlich versehen sind; Cystocarpen jedoch konnte ich bei ihnen nicht finden.

Gen. **Antithamnion** (Naeg.) Thur.

Le-Jol. List. des alg. mar. de Cherb. p. 111.

Antithamnion Plumula (Ellis) Thur. var. *boreale mihi.*

Die von den Solowetzki-Inseln stammenden Exemplare, welche ich von K. Mereschkowski und A. Grigorieff erhielt, erreichten die grösste Grösse von $1^1/_2$ Ctmr., gewöhnlich aber waren sie viel kleiner und mit dem blossen Auge konnten sie von dem typischen *Antithamnion Plumula* Thur. nur durch ihre geringere Grösse unterschieden werden. Das Mikroscop zeigte jedoch, dass sie von ihrem Typus in gewissem Grade abweichen.[1]) Ich gebe in Folgendem eine kurze Beschreibung dieser Varietät.

Die ursprüngliche Verzweigung findet in einer einzigen Ebene statt. Die Zweige stehen an den vollkommen formirten Hauptaxen opponirt und nur an den sehr kurzen Theilen der sich formirenden Stammspitze sind die sich anlegenden Zweige abwechselnd angeordnet.

---

1) Die typische Form ist in folgenden Herbarien vertheilt: Wyatt, Alg. Danm., № 138; Aresch. Alg. Scand. exsicc. fasc. II, № 29, fasc. II et III (ser. nov.) № 82. Rabenh. Die Alg. Europ. №№ 1975 u. 2237. Le-Jol. Alg. mar. de Cherb. № 2.

Nur in äusserst seltenen Fällen stammen von einer und derselben Zelle der Hauptaxe, in den unteren und mittleren Theilen des Thallus, vier auf's Kreuz gegen einander gestellte Zweige ab. An den Seitenaxen sind die opponirten Aeste sehr selten vorhanden, wenn sie aber auch vorkommen, so erscheinen sie nur in deren untersten, basalen Theilen; gewöhnlich aber sind sie entweder opponirt, oder — was viel häufiger vorkommt — einseitigstehend, wobei die Aestchen an der inneren Seite dieser Axen stehen, d. h. auf der der Stammspitze zugekehrten Seite. An den basalen Theilen der Hauptaxe entspringen die Zweige unter einem rechten Winkel, je mehr sie sich aber dem Gipfel der Pflanze nähern, desto kleiner wird der Winkel. Die sogenannten Wurzelfäden (resp. Ausläufer, *stolones*) sind spärlich vorhanden; sie entspringen von den oberen Theilen einiger basalen Gliederzellen der Hauptaxe oder von den untersten Gliederzellen der zur Basis der Pflanze nächst stehenden Zweige. Alle Zellen sind cylindrisch; zwischen je zwei benachbarten Zellen sind keine Einschnürungen vorhanden, wie das sehr oft bei der typischen Form zu beobachten ist. Die Länge der sich schon vollkommen formirten Zellen überwiegt deren Breite bis auf 6-mal; je mehr sich die Zellen aber den Gipfeln der Axen nähern, nehmen sie allmählig ab sowohl an Länge als auch an Breite. Die Aeste endigen nicht mit einem spitzigen Stachel, wie das bei der typischen Form zu bemerken ist. Die verkehrt-eiförmigen Tetrasporen sind immer stiellos und sitzen vereinzelt, häufiger aber zu je 2 und sehr selten zu je 3, und zwar an der inneren Seite der Aeste, angefangen von deren basalen Gliederzellen; sie sind nie endständig. Gewöhnlich theilen sie sich kreuzartig und nur in seltenen Fällen tetraedrisch; daher kommt es auch, dass hier entweder gekreuzte-kugelquadrantische, oder tetraedische-dreieckige Tetrasporen vorkommen (tetrasporae cruciatim vel triangule divisae).[1])

Zwischen der beschriebenen Form und ihrem Typus ist in der Natur eine intermediäre Form vorhanden; es ist nämlich die von Ruprecht aufgestellte Form — *Callithamnion lapponicum* Rupr.[2]) (vergl. Tang. des Ochotsk. Meer. S. 343).

Die Ruprecht'sche Form unterscheidet sich von dem typischen *Antithamnion Plumula* Thur., ausser ihrer Grösse, hauptsächlich durch die stiellosen Tetrasporen (welche

1) Was übrigens auch schon an einigen anderen Florideen bemerkt worden ist; vergl. z. B. Harvey, Phyc. Brit. pl. 50, u. A.

2) Von welcher Form schon der Autor selbst Folgendes sagt (l. c.): «sie ist vielleicht eine Zwergform von *Callithamnion Plumula* Lyngb.» und demungeachtet hält er es für möglich, sie in eine besondere Art zu trennen.

Was nun eine andere von Ruprecht aufgestellte Art, nämlich *Callithamnion pusillum* Rupr. anbetrifft (l. c. S. 342—343), so ist es ebenso schwer sowohl aus der von ihm für diese Form gegebene Beschreibung sich irgend eine klare Vorstellung davon zu machen, als auch eine Aufklärung aus der Betrachtung der authentischen Exemplare selbst zu gewinnen, weil diese Exemplare so kümmerliche Überbleibsel von irgend Etwas darstellen, dass an ihnen radical Nichts zu erkennen ist. Diese Form ist überhaupt nicht nur als problematisch anzusehen, sondern vollständig aus der Callithamnion-Gruppe zu streichen. Sehr ungenügend erscheint übrigens auch die Beschreibung, welche Ruprecht für sein *Callithamnion lapponicum* giebt; und wenn die authentischen Exemplare dieser Pflanze, welche, beiläufig bemerkt, auch von nicht besonderem Werthe sind, nicht zu meiner Verfügung gestanden hätten, so würde es schwer fallen sich nach der erwähnten Beschreibung eine klare Vorstellung von dieser Form zu machen.

Ruprecht selbst übersehen hat, es ist mir aber geglückt, eine derartige stiellose Tetraspore an den von ihm selbst gesammelten Exemplaren zu entdecken). Ferner erscheint sie ganz ebenso verästelt, wie die typische Form, welcher sie sich auch noch nähert sowohl durch das öftere Vorkommen der auf's Kreuz gestellten Aeste an den mittleren und unteren Theilen des Thallus, als auch durch eine grössere Zahl der sogenannten Wurzelfäden. Durch die Grösse ihrer Zellen nähert sie sich der von beschriebener Form; doch besitzt sie oft Einschnürungen zwischen ihren Zellen, woher dieselben ein ebensolches tonnenartiges Ansehen annehmen, wie es auch bei der typischen Form der Fall ist. Endlich, ähnlich der typischen Form, endigen ihre Zweige auch mit einem Stachel, der zwar nicht so sehr stark zugespitzt, aber dennoch sehr deutlich wahrzunehmen ist. Indem ich diese Form mit den Exemplaren von *Antithamnion Plumula* Thur., welche Dr. Kjellmann bei Spitzbergen, in Mosselbay[1]), 1872, gesammelt, verglich, konnte ich zwischen ihnen keine Verschiedenheit entdecken; leider, fehlten bei den zu meiner Verfügung gestellten Spitzbergischen Exemplaren, die Tetrasporen.

Wenn schon Ruprecht es für möglich hielt, seine von den Küsten des nördlichen Eismeeres stammende und dem typischen *Antithamnion Plumula* Thur. so sehr nahe stehende Form — *Callithamnion lapponicum* — als eine besondere Art aufzufassen, so besitzt die Form, welche ich beschrieben, mehr Rechte auf die Selbstständigkeit. Unnatürlich wäre es aber neue Arten da aufzustellen, wo sehr deutliche intermediäre Stufen vorhanden sind; demgemäss, obschon die von mir beschriebene, aus dem Weissen Meere stammende Form auch sehr leicht unter dem Mikroscope von ihrem Typus zu unterscheiden ist, erscheint sie[2]) dennoch zu diesem Typus als eine seiner nördlichenam meisten von ihm abweichenden Formen.

Es ist bekannt, dass *Antithamnion Plumula* Thur. eigentlich dem Gebiete des Atlantischen Oceans und des Mittelmeeres angehört; im nördlichen Ocean kommt diese Form schon viel seltener vor und zwar (wie es z. B. für Nowaja Semlja angegeben wird)[3]) vereinzelt in sehr dünnen Büscheln von unbedeutender Grösse: 2 bis 3 Ctmr. hoch. Folglich, erscheint sie für den nördlichen Ocean nicht als eine aborigene Stammform, sondern vielmehr als eine dahin eingewanderte und dabei sehr stark veränderte (was, wie wir gesehen, Ruprecht veranlasste sogar eine neue Art, Callithamnion lapponicum, aufzustellen). Die aus dem Weissen Meere stammenden Exemplare (bei den Solowetzki-Inseln kommt diese Form sehr selten vor) zeigen aber, dass hier die Veränderung noch mehr vorgerückt ist und endlich solch einen Grad erreicht, dass, wenn keine intermediären Stufen zwischen dieser Form und ihrem Typus vorhanden wären, man sie leicht für eine besondere Art auffassen könnte[4]).

---

1) Ex. Mus. Botan. Holm. Vergl. auch Kjellm. Spetsb. Thall. I, p. 26.

2) K. Mereschkowski fand dieselbe Form auch im nördlichen Eismeere, bei den Jokanski-Inseln, in einer Tiefe von 7 Faden, wo sie sehr kleine Büschelchen auf Muscheln bildete.

3) F. R. Kjellmann, Ueb. d. Algenveget. d. Murm Meer. etc., S. 23—24.

4) Wenn ich nicht die schon erwähnte Uebergangsform *lapponicum* gesehen hätte, so würde ich die aus dem

Fam. Chantransieae.

Gen. **Chantransia** (D. C.) Fr.

Syst. orb. vegetab. p. 338.

Chantransia Daviesii (Dillw.) Thur.

Le-Jol. List. des alg. mar. de Cherb. p. 106.

Trentepohlia Daviesii (Dillw.) forma α Aresch. Phyc. Scand. mar. p. 117, tab. V, D. (Die Abbildung ist nicht besonders gut, doch passt hierher sehr die Beschreibung, nämlich die Angabe, dass die Zellen bis 8 mal so lang als breit sind).

Callithamnion efflorescens J. Ag. Spec. gen. et ord. alg. II, p. 15; III, p. 10.

Chantransia efflorescens (J. Ag.) Kjellm. Ueb. die Algenveget. d. Murm. Meer. S. 14.

Bei den Solowetzki-Inseln kommt diese Pflanze massenhaft und ebenso häufig, wie auch überall im Weissen Meere, auf verschiedenen Algen: Ptilota, Delesseria Baerii Rupr. u. and., vor (K. Mereschkowski, A. Grigorieff). Die Exemplare, welche ich gesehen, waren mit Monosporen (uniloculären Sporangien) versehen.

Fam. Porphyreae.

Gen. **Porphyra** C. Ag.

Syst. alg. p. XXXII. In Spec. Alg. p. 404 sub *Porphyra*-Ulvae tribus.

Porphyra laciniata (Ligthf.) Ag. (Ulva umbilicalis auct.)

Harvey. Phyc. Brit. I, pl. 92.

Rupr. Tang. des Ochotsk. Meer., S. 393—394, sub Porphyra umbillicata (Dillw.)

Le-Jol. List. des alg. mar. de Cherb. p. 99 (forma 3 — *laciniata*).

Kütz. Tab. Phycol. Band XIX, tab. 82.

Aresch. Alg. Scand. exsicc. fasc. VI (ser. nov.), № 260. Phyc. Scand. mar., p. 179 (sub forma *b*).

Im Herbar von Ruprecht ist eine bedeutende Anzahl von Exemplaren dieser Pflanze (*Porphyra vulgaris* Ag. benannt)[1]) vorhanden, welche an der östlichen russisch-lappländi-

---

Weissen Meere stammenden Exemplare mit dem sogenannten *Antithamnion americanum* (Harv.) (Ner. Bor. Americ. S. 239, tab. 36, *A*, sub Callithammnion americanum Harv.) für identisch halten, da nach Beschreibung und Abbildung Harvey's zu urtheilen, sie sich einander im hohen Grade gleichen. Ihre Verschiedenheit besteht nur in ihrer Grösse und in der Angabe Harvey's, dass seine Pflanze ausschliesslich einzeln sitzende, obwohl stiellose Tetrasporen besitze. Ich erlaube mir hier die Vermuthung auszusprechen, dass dieses amerikanische Antithamnion nichts weiter als nur ein verändertes *Antithamnion Plumula* Thur. ist, mit dem es dabei auch noch sehr oft verwechselt wird, nach Harvey's eigenem Geständnisse (l. c. S. 238), — welcher Umstand nur meine Meinung bekräftigt. Es ist zu wünschen, dass die amerikanischen Algologen ihr Augenmerk darauf richten möchten.

1) Unter demselben Namen auch bei Nyl. och Sael. Herb. Mus. Fenn. p. 75.

schen Küste, nämlich bei Tri-Ostrowo und Swiatoi-Noss von W. Nylander, im Jahre 1844, gesammelt worden sind. Sie sind mit der oben citirten № 260 des Herbars von Areschoug vollkommen identisch.

Porphyra miniata (Lyngb.) C. Ag.

Syst. alg. p. 191. In Synops. Alg. Scand. p. 42 sub *Ulva purpurea* β *miniata*.
Ulva miniata Lyngb. Hydr. Dan. p. 29 (Abbildung schlecht).
Porphyra miniata (Lyngb.) — Nyl. och Sael. Herb. Mus. Fenn., p. 75.

Diese Form ist gleichzeitig mit der vorhergehenden von demselben Forscher an denselben Stellen und zwar in sehr grosser Anzahl von Exemplaren gesammelt[1]). Sie ist mit derjenigen Form, welche Dr. Berggren bei Grönland gefunden, vollkommen identisch (Ex Mus. Bot. Holm.).

Sehr junge Exemplare fand auch A. Grigorieff (1876) bei den Solowetzki-Inseln auf *Odonthalia dentata* Lyngb.

Im nördlichen Eismeere ist sie an der russisch-lappländischen Küste, bei Semi-Ostrowo, von W. Nylander gesammelt worden.

II. Fucaceae.

Fam. Fuceae.

Gen. **Pelvetia** Dcsne et Thur.

Recherch. sur les Fuc. (Annal. d. sc. natur. III sér., t. III, p. 12).

Pelvetia canaliculata (L.) Dcsne et Thur.

Desne et Thur. l. c. Le-Jolis, List. des alg. mar. de Cherb. p. 94 et exsicc. № 33.
Rabenh. Alg. Europ. № 1556.
Fucus canaliculatus L. in Wyatt, Alg. Danm. № 102 et Aresch. Alg. Scand. mar. № 2.
Fucodium canaliculatum (L.) J. Ag. Spec. gen. et ord. alg. I, p. 204.

Im akademischen Herbar von Ruprecht befindet sich ein einziges Exemplar dieser Alge, welches im Weissen Meere ohne genaue Angabe des Fundorts von C. v. Baer gesammelt worden ist.

---

1) Vergl. Rupr. Tang. des Ochotsk. Meer., S. 394, wo er sagt: «*Porphyra miniata* (Lyngb.)..... ist immer schön rosenroth; ich halte sie für eine eigene Art; W. Nylander hat sie in Menge von der russisch-lappländischen Küste mitgebracht». Und in der That ist diese Form von der vorhergehenden Art sehr gut zu unterscheiden.

Gen. **Ascophyllum** Stackh.

Le-Jol. Remarq. sur la nomencl. génér. des algues. p. 82—84 et List. d. alg. mar. de Cherb. p. 96.

Ascophyllum nodosum (L.) Le-Jol. l. c. et exsicc. № 101.

Halydris nodosa — Lyngb. Hydr. Dan. p. 37, tab. 8.

Fucodium nodosum (L.) J. Ag. Spec. gen. et ord. alg. I, p. 206 et in Hohenacker, Alg. mar. sicc. № 30.

Fucus nodosus L. Gmelin, Hist. Fuc. tab. I, f. I. Post. et Rupr. Ill. Alg. S. II. Harv. Phyc. Brit. II, pl. 158. Exsicc.: Juergens Alg. aquaticae, fasc. VIII, № 1. Wyatt, Alg. Danm. № 154. Rabenh. Alg. Europ. № 1890 (et № 1746 sub Ozothalia nodosa [L.]).

Ozothalia vulgaris Desne et Thur. Recherch. sur les Fuc. (Ann. d. sc. natur. III sèr. t. III, p. 13).

Nach den Angaben von K. Mereschkowski und A. Grigorieff, welche diese Alge von den Solowetzki-Inseln mitbrachten, kommt sie dort ziemlich häufig vor. Die Exemplare, welche im südlichen Theile des Weissen Meeres von A. Sokoloff (1869) gesammelt worden, sind von verschiedener Grösse; die einen derselben, die mit Vermehrungsorganen (Receptakeln) versehenen, gleichen vollkommen ihrem Habitus nach den Exemplaren der von mir oben citirten Herbarien; die anderen, bei denen solche Receptakeln fehlen, besitzen einen viel schmäleren Thallus.

Im Herbarium von Ruprecht befinden sich Exemplare dieser Pflanze, welche im Weissen Meere von C. v. Baer, ohne genaue Angabe des Fundorts, und von Schrenk bei Tri-Ostrowo (Russ. Lappl.) gesammelt worden sind.

Von der Küste des nördlichen Eismeeres sind in demselben Herbar mit Receptakeln versehene Exemplare, welche 1842 von A. v. Middendorff in der Schuretzkaja-Bucht (Russ. Lappl.) gesammelt sind.

Gen. **Fucus** Desne et Thur.

Recherch. sur les Fuc. (Ann. d. sc. natur. III sér. t. III, p. 13).

Fucus distichus (L.)

Fucus filiformis Gml. Hist. Fuc. tab. I, fig. I.

Fucus linearis Fl. Dan. tab. 351 (vol. II, fasc. VI).

Fucus distichus — Turn. Hist. Fuc. tab. 4. J. Agardh. Spec. gen. et ord. alg. I, p. 209. Lyngbye. Hydr. Dan. p. 6. Aresch. Phyc. Scand. mar. p. 35.

Vergl. auch Post. et Rupr. Illustr. Alg. S. II. Nyl. och Sael. Herb .Mus. Fenn., p. 73.

Solowetzki-Inseln (A. Sokoloff); Tri-Ostrowo (C. v. Baer); Swiatoi-Noss (Russ. Lappl.) und unweit von der Keret-Mündung (ebendas.) — W. Nylander. Alle Exemplare sind mit Vermehrungsorganen (Receptakeln) versehen.

Wollte man sich richten nach der neuesten systematischen Uebersicht der verschiedenen Fucus-Arten, welche J. Agardh giebt[1]), so müsste man für das Weisse Meer nicht eine, sondern zwei Formen erwähnen, nämlich die von J. Agardh als *Fucus filiformis* Gm. et *auct.* und *Fuc. linearis* (Oed. Fl. Dan., tab. 351) bezeichneten. In diesem Falle würde die bei der Keret-Mündung gesammelte Form als die von J. Agardh festgestellte Varietät *Fuc. filiformis b Pylaisei* J. Ag. (l. c. S. 38) zu betrachten sein, da sie der im Herbar von Areschoug (Alg. Scand. exsicc. № 201, fasc. V, ser. nov.) unter dem Namen *Fuc. distichus* L. vertheilten Form vollkommen gleicht, welche J. Agardh zu seiner eben genannten Varietät rechnet (l. c. S. 39). Die von den Solewetzki-Inseln stammende Form würde als seine Varietät *Fuc. filiformis a* Gmelini J. Ag. anzusehen sein. Die von Swiatoi-Noss und Tri-Ostrowo herstammenden Exemplare sind mit denen identisch, welche von Berggren, 1868, bei Grönland gesammelt und unter dem Namen *Fuc. linearis* vertheilt worden sind (Ex Mus. Botan. Holmiens.).

Ich kann aber solch einer Auffassung J. Agardh's, durch welche er sich bemüht, die 2 genannten Formen wie unter einander, so auch von einer dritten von ihm angenommenen — *Fuc. distichus* L., Turn. et *auct. partim* (l. c. S. 37) zu unterscheiden, nicht beistimmen. Viel richtiger scheint mir seine frühere Ansicht (Spec. gen. et ord. alg. l. c.) zu sein, an die ich hier auch festhalte, nämlich in Folge welcher er der von Turner und Lyngbye geäusserten Ansicht beistimmend alle 3 genannten Formen als zu einer und derselben Art gehörend betrachtete.

Fucus vesiculosus L.

J. Agardh. Spec. gen. et ord. alg. I, p. 210.
Vergl. auch Post. et Rupr. Illustr. alg. S. II u. 12.

Die aus dem Weissen Meere stammenden und dieser Art angehörenden Formen unterscheiden sich durch die unbedeutende Breite ihres Thallus von der typischen Form (d. h. solcher, die sehr häufig an den nordwestlichen Küsten Europa's angetroffen wird) in demselben Grade, wie die englaubige Form dieser Art, die an der nördlichen norwegischen Küste vorkommt. Die von den Solowetzki-Inseln z. B. herstammenden Exemplare (A. Grigorieff), die sowohl mit Luftblasen, als auch mit den Befruchtungsorganen (Receptakeln) versehen sind, gleichen vollkommen der letztgenannten Form (die von Dr. Berggren 1868 gesammelt und von J. Agardh bestimmt ist)[2]); man könnte diese Form als *angustifrons* bezeichnen.

---

1) J. Agardh, Spetsb. alg. Tillägg, S. 38—39. | 2) Ex Mus. Botan. Holm.

Alle anderen aus dem Weissen Meere herstammenden Exemplare dieser Art, die mir zu Gebote standen, gehören zur folgenden Varietät:

var. *sphaerocarpus* J. Ag. (Grönl. Lamin. och Fucac. S. 29).

Von diesen sind die einen mit Luftblasen versehen, andere aber nicht; diese sowohl wie jene gleichen vollkommen den Exemplaren, welche Dr. Berggren 1870 an der Küste von Grönland gesammelt und die J. Agardh bestimmt hat: die einen als *Fuc. vesiculosus* L. var. *sphaerocarpus* J. Ag., und die andern als *forma evesiculosa* derselben Varietät[1]).

Zu dieser Form gehören auch die Exemplare, welche im Weissen Meere von C. v. Baer (1837) und Schrenk (1839) — bei Tri-Ostrowo, von Pankiewitsch (Baer's Exped. 1840) — bei Sosnowetz[2]), und von W. Nylander (1844) — bei Swiatoi Noss (Russ. Lappl.) gesammelt sind, sowie auch die von A. Sokoloff (1869) im Weissen Meere, ohne genaue Augabe des Fundorts, und unter anderem bei den Solowetzki-Inseln gesammelten und mit Luftblasen versehenen Exemplare.

Fucus evanescens C. Ag.

Spec. alg. I, p. 92 et Icon. alg. inedit. edit. nova tab. XIII! Vergl. auch J. Agardh, Spec. gen. et ord. alg. I, p. 210 und besonders Spetsb. alg. Tillägg. S. 40—41.

Bis zur letzten Zeit hielt man diese Form für ziemlich problematisch; die neuesten algologischen Untersuchungen der Polarländer (Grönland, Spitzbergen, Nowaja-Semlja)[3]) zeigten aber, dass sie in diesen Gegenden eine der gewöhnlichsten ist und dass, im Gegentheil, der typische *Fucus vesiculosus* L., mit dem breiten Thallus, dort nicht vorkommt.

Aus dem sämmtlichen Materiale der aus dem Weissen Meere herstammenden Fucus-Arten, die aus verschiedenen Orten dieses Meeres, von verschiedenen Personen und zu verschiedenen Zeiten gesammelt worden sind, so wie auch nach den mündlichen Angaben der Herren K. Mereschkowsky und A. Grigorieff ist anzunehmen, dass der sogenannte *Fuc. evanescens* C. Ag. auch im genannten Meere die erste Stelle im Vergleich mit *Fuc. vesiculosus* L. einnimmt, besonders in dem nördlichen Theile dieses Meeres, wo er die Oberhand über die letztgenannte Form zu gewinnen scheint.

Schon aus diesen Daten erscheint diese Form als eine höchst bemerkenswerthe, ist aber an sich und allein genommen noch viel interessanter aus mehreren Gründen, bei denen ich hier etwas zu verweilen gedenke.

---

1) Ex Mus. Botan. Holm.

2) Es sind das diejenigen Exemplare, welche ganz besonders den schon erwähnten grönländischen gleichen.

3) Z. B. die Untersuchungen von Dr. Berggren und besonders von Dr. Kjellmann.

Es ist bekannt, dass diese Pflanze in der Breite ihres Thallus sehr variirt; derartige mannigfaltige mit Receptakeln versehene Exemplare wurden unter anderm auch von den Solowetzki-Inseln (durch die Herren A. Sokoloff, K. Mereschkowski und A. Grigorieff) mitgebracht.

In dem akademischen Herbar von Ruprecht befinden sich Exemplare dieser Form auch von verschiedener Breite des Thallus: die einen, engeren, sind im Weissen Meere von C. v. Baer, 1837, bei Tri-Ostrowo, und während der Baer'schen Expedition, 1840, bei Tri-Ostrowo und Sosnowetz, so wie auch an letztgenanntem Orte von A. v. Middendorff, 1842, gesammelt; sie sind alle unter einander ganz gleich[1]) und mit Receptakeln versehen. Die anderen, mit einem viel breiteren Thallus, sind im Weissen Meere von C. v. Baer, 1837, ohne genaue Angabe des Fundorts, gesammelt; einige von diesen letztgenannten Exemplaren tragen keine Receptakeln[2]), während andere mit den typischen Receptakeln für die Form *Fuc. evanescens* C. Ag.[3]), und endlich noch andere — mit ganz ebensolchen Receptakeln, dabei aber auch noch mit Luftblasen des typischen *Fuc. vesiculosus* L. versehen sind.

Wie bekannt, bestritt Ruprecht die Selbstständigkeit dieser Form. In seiner bekannten Arbeit über die Tange des Ochotskischen Meeres, führt er unter anderm Folgendes an[4]) (S. 346): «Ueber *Fuc. evanescens* Ag. und *furcatus* Ag. kann ich jetzt, nach Einsicht der Original-Exemplare in Chamisso's Herbarium, ein sicheres Urtheil abgeben. Der erstere ist eine höchst unbedeutende, keineswegs beständige Form von *F. vesiculosus* und kommt nicht selten unter den Ochotskischen Exemplaren vor; die an den Fruchtzweigen verschwindende Blattrippe bezeichnet diese Form am wenigsten». Und diese Worte enthalten viel Wahres; in der That, ist das Merkmal des Verschwindens der Blattrippe (Blattnerves) zum Gipfel der Verzweigungen hin ein höchst unbedeutendes (indessen erhielt die Art davon ihren Namen). Unter den aus dem Weissen Meere stammenden Exemplaren giebt es prachtvolle Uebergangsformen vom *Fuc. vesiculosus* L. *sphaerocarpus* f. *evesiculosa* J. Ag. mit einer wahren *costa evanescente* zu *Fuc. evanescens* C. Ag. mit ganz eben solchem breiten Thallus aber mit langen und dabei nicht selten gespreizten und für diese Form sehr charakteristischen Receptakeln. Wenn diese Formen nicht mit Receptakeln versehen wären, könnte man sie leicht mit einer andern verwechseln, nämlich, das ebenerwähnte Merkmal über das Verschwinden der Rippe zur Richtschnur nehmend, die erste Form für die zweite und umgekehrt annehmen. Folglich, liegt der Unterschied dieser Formen weder in dem Mittelnerve noch in der Breite des Thallus; obschon dieser letztgenannte Umstand jetzt auch als eine Thatsache angesehen wird, will ich doch in dieser Hinsicht ein,

1) Obschon einige von ihnen von Ruprecht als *Fucus vesiculosus* L. angesehen wurden, und die anderen als *Fuc. ceranoides* ohne Angabe des Autors.

2) Ruprecht betrachtete auch diese Form als *Fuc. ceranoides*.

3) Im genannten Herbar tragen sie den Namen *Fuc. vesiculosus* L. f. *longifructus* Ag.

4) Diese Ansicht wurde übrigens schon früher in Illustr. Algar. (1840), S. 12—13 geäussert.

meiner Meinung nach, besonders hervorragendes Beispiel anführen: im Herbar von Ruprecht befindet sich ein Exemplar (welches in dem nördlichen Eismeere, am Cap Mikulkin von Ruprecht selbst gefunden und Fuc. ceranoides benannt wurde), bei dem der Thallus an einigen seiner Hauptverzweigungen bis 9 Mllm., an andern aber kaum 2 Mllm. breit ist: die ersteren übertreffen also die letzteren um mehr als das vierfache ihrer Breite.

In ebensolcher nahen Beziehung stehen unter einander die 2 besprochenen Formen auch in Betreff ihrer Lufthöhlen. Es ist schon oben von einem *Fuc. evanescens* C. Ag. mit typischen Blasen eines *Fuc. vesiculosus* L. erwähnt worden; die Anwesenheit der Lufthöhlen oder Luftbehälter bemerkt man aber z. B. auch an einigen der von den Solowetzki-Inseln stammenden Exemplaren des *Fuc. evanescens* C. Ag. und zwar von verschiedener Breite des Thallus[1]); im letztgenannten Falle gleichen solche Behälter denjenigen, welche bei *Fuc. serratus* L. vorkommen.

Aus allem Gesagten geht nun hervor, dass, obschon die Selbstständigkeit des *Fuc. evanescens* C. Ag. heutzutage von den Algologen auch anerkannt wird (J. Agardh, Dr. Kjellmann), der Charakter dieser Pflanze noch lange nicht genügend erforscht erscheint. Meiner Ansicht nach muss in dieser Hinsicht folgender Umstand ganz besonders berücksichtigt werden. Es ist nicht zu verkennen, dass neben einer ganzen Reihe von Formen, die dem seinem Habitus nach so mannigfaltig variirenden *Fuc. vesiculosus* L. angehören, — von seinen breitesten bis zu den schmälsten, — in der Natur auch eine dieser entsprechende andere Reihe von Formen vorkommt, welche Formen zu einer besonderen Art *Fuc. evanescens* C. Ag. zugezählt werden und von den Forman der vorhergehenden Reihe hauptsächlich nur durch die sehr charakteristische Form ihrer Receptakeln unterschieden werden. Ich bin der Meinung, dass alle Formen der letztgenanten Reihe durch eine Hybridation von *Fuc. serratus* L. mit den ihnen entsprechenden Formen der erstgenannten Reihe des *Fuc. vesiculosus* L. entstanden sind. Die später zu erwähnende von Kleen an der nördlichen norwegischen Küste aufgefundene Form[2]) kann als ein Beispiel für ein solches Stadium eines derartigen Hybridismus zwischen einer breiten *F. vesiculosus* L.-Form mit *Fuc. serratus* L. dienen, bei der aber die Merkmale des *Fuc. serratus* L. vorherrschend sind. Diese Form ist nicht so charakteristisch evident gezähnt, wie das beim echten *Fuc. serratus* L. gewönlich der Fall ist, zeigt jedoch dabei eine gewisse Abweichung in der Form ihrer Luftbehälter. Wenn wir uns eine derartige Form nur mit etwas verlängerten Receptakeln, ganzrandig und mit eben solchen Luftbehältern versehen vorstellen, so werden wir eine breite Form des *Fuc. evanescens* C. Ag. vor uns haben. Wenn statt einer breiten Form des *Fuc. vesiculosus* L. eine von seinen schmäleren Formen hybridirte, bekämen wir ebenfalls einen *Fuc. evanescens* C. Ag. nur mit einem schmalen Thallus. Ausser-

---

1) Die breiteren Formen sind von K. Mereschkowski, die engeren von A. Grigorieff gesammelt; die ersteren gleichen vollkommen den Exemplaren dieser Form, welche von Dr. Berggren bei Grönland gesammelt worden sind (Ex Mus. Bot. Holm.).

2) Vergl. das unten bei *Fucus serratus* L. Angeführte.

dem ist noch zu bemerken, dass zwischen zwei ihrer Breite nach entsprechenden Formen aus beiden genannten Reihen, welche mit typischen Receptakeln versehen sind, man unter anderen solche Exemplare findet, die auch in der Form ihrer Receptakeln eine Mittelstufe einnehmen.

Fucus serratus L.

J. Agardh. Spec. gen. et ord. alg. I, p. 211. Harvey, Phyc. Brit. I, pl. 47. Vergl. auch Post. et Rupr. Illustr. Alg. S. II; und Nyl. och Sael. Herb. Mus. Fenn., p. 73.

Im akademischen Herbar von Ruprecht befinden sich Exemplare, welche im Weissen Meere von C. v. Baer (1837), — ohne genaue Angabe des Fundorts — und von W. Nylander (1844) bei Swiatoi-Noss (Russ. Lappl.), gesammelt worden sind. Die ebengenannten Baer'schen Exemplare, die mit Receptakeln versehen sind, gleichen vollkommen den Exemplaren dieser Art, welche derselbe Forscher in demselben Jahre von der Küste von Nowaja Semlja mitbrachte. Von der Küste des nördlichen Eismeeres befinden sich in demselben Herbar Exemplare, welche 1839 von Schrenk in der Bucht Gawrilowa (Russ. Lappl.) und 1841 von Ruprecht bei Swiatoi Noss (Kl. Samojed.-Land) gesammelt worden sind.

Die von den Solowetzki-Inseln stammenden Exemplare (A. Sokoloff, A. Grigorieff) sind ganz den schon oben erwähnten von C. v. Baer gesammelten ähnlich. Einige von ihnen (A. Sokoloff) stellen aber ausserdem noch eine sehr interessante Eigenthümlichkeit dar; sie besitzen nämlich ganz evidente Luftbehälter[1]); eine derartige Form, welche man zum Unterschiede von der bis jetzt als typisch angesehenen *Fuc. serratus*, forma *vesiculosa* benennen kann, kommt im Weissen Meere nach der Angabe von A. Grigorieff sehr häufig vor[2]). Dieser Umstand in Verbindung mit der schon längst bekannten Thatsache, dass die Luftblasen sehr oft auch bei dem *Fuc. vesiculosus* L. fehlen, deutet darauf hin, in wie weit die Ab- oder Anwesenheit der genannten Blasen als ein wenig bedeutendes Merkmal für die Fucaceen überhaupt zu betrachten ist; dasselbe bemerkt man auch beim

1) Es ist bekannt, dass bei der genannten Art die Abwesenheit der Luftblasen bis jetzt als eins der charakteristischen Merkmale für diese Art angesehen wurde. In der Diagnose bei J. Agardh (Spec. gen. et ord. alg. l. c.) heisst es: «stipite compresso in frondem costatam dichotomam *evesiculosam*»; und weiter im Texte bei der ausführlichen Beschreibung (S. 212): «Vesiculae nullae».

2) Eine dieser nahe stehende Form wurde auch an der nördlichen norwegischen Küste Scandinaviens von E. Kleen gefunden (E. Kleen. Om Nordl. högre hafsalger; von einer derartigen Form erwähnt auch J. Agardh Spetsb. Alg. Tillägg, S. 45). Der ganze Unterschied zwischen diesen beiden Formen — so viel man aus der von Kleen gegebenen Zeichnung urtheilen kann — besteht darin, dass der Thallusrand bei der norwegischen Form ziemlich undeutlich, so zu sagen, schwach gekerbt erscheint, während bei den aus dem Weissen Meere stammenden Exemplaren diese Ränder ebenso deutlich wie beim typischen *Fuc. serratus* L. gekerbt erscheinen. Kleen (l. c. S. 24, 25 u. 46) hält die von ihm gefundene Form für ein Hybrid zwischen *Fuc. vesiculosus* L. und *Fuc. serratus* L., und ich glaube, dass diese Ansicht die richtige ist.

sogenannten *Fuc. evanescens* C. Ag., wie ich darauf schon im Vorhergehenden aufmerksam gemacht habe. Die hierauf sich beziehenden Beispiele finden wir auch in der *Laminarien*-Gruppe[1]).

Bei den Solowetzki-Inseln kommt auch die forma *arctica* J. Ag. dieser Art vor (vergl. J. Agardh, Spetsb. alg. Tilläg, S. 45); solche mit Receptakeln versehene und von A. Grigorieff gesammelte Exemplare sind denjenigen identisch, welche 1868 bei Spitzbergen aufgefunden und zu dieser Varietät von J. Agardh selbst zugezählt sind (Ex Mus. Bot. Holm.). Diese Form ist nur eine sehr leichte Abart von der typischen Form, mit der sie ausserdem noch durch eine Reihe von Zwischenformen in Verbindung steht.

III. Tilopterideae.

Fam. Haplosporeae.

Gen. **Isthmoplea** Kjellm.

F. R. Kjellmann. Ueb. die Algenveget. des Murm. Meer. (Upsala, 1877), S. 30—31. Taf. II, fig. 2 *a*, *b*, *c*, *d*, *e*, *f*.

Isthmoplea sphaerophora Kjellm. (l. c.)

Capsicarpella sphaerophora (Harv.) Kjellm. Scand. Ect. och Tilopt., S. 20.

Ectocarpus sphaerophorus Carm. Harvey, Phyc. Brit. I, pl. 126
Kütz. Tab. Phyc., Band V, tab. 48 } Die Zeichnungen sind nicht ganz genau.
Le-Jol, List. d. alg. mar. de Cherb. p. 78 et Exsicc. № 166!!
Wyatt, Alg. Danm. № 173!!
Rupr. In Herb. Acad. Petropol.

Auf *Rhodomela subfusca* Ag. f. *lycopodioides* (J. Ag.) unweit von Tri-Ostrowo von W. Nylander gesammelt.

Durch den anatomischen Bau, so auch durch die Fructificationsorgane, welche meist opponirend sitzende kugelförmige Osporangien darstellen (Thuret[2]), Kjellmann l. c.), stimmen diese Exemplare mit der Form, welche in den oben citirten Nummern der Herbarien von Le-Jolis und Wyatt unter dem Namen *Ectocarpus sphaerophorus* Carm. vertheilt ist, völlig überein. Die Zeichnungen von Harvey (l. c.) und Kützing (l. c.), die

---

1) Vergl. weiter bei *Orgyia pinnata* (Gunn.) und *Laminaria caperata* J. Ag.

2) Thuret. Recherch. sur la fécond. des Fucac. et les anthér. des alg. (Ann. d. sc. natur. Bot. 4 sér. t. III, p. 6).

ganz genügend die Fructificationsorgane dieser Alge veranschaulichen[1]), stellen aber fehlerhaft ihren anatomischen Bau dar; darauf hat schon Thuret aufmerksam gemacht und später Kjellmann, welcher aus dieser Form eine neue zu der Gruppe der Tilopterideen gehörende Gattung *Isthmoplea* gründete (l. c.).

IV. Phaeosporeae.

Fam. Ectocarpeae.

Gen. **Pylaiella** Bory.

Dict. Class. d'Hist. natur., Vol. IV, p. 393.

Pylaiella littoralis (L.) Kjellm. Scand. Ectoc. och Tilopter., S. 99.

forma *α typica* mihi.

Pylaiella littoralis (L.) Kjellm. Chr. Gobi, Braunt. d. Finnisch. Meerb. S. 2.

ff. ferruginea (Lyngb.) et *compacta* (Roth), Kjellm. l. c. S. 103 u. 105.

Ectocarpus littoralis Lyngb. — Post. et Rupr. Illustr. Alg., S. II et 21. Vergl. auch Nyl. och Sael. Herb. Mus. Fenn. p. 75.

Exsicc.: *Ectocarpus littoralis γ compactus* — Hohenacker, Alg. mar sicc., Lief. 6, № 265.

Ectocarpus compactus Ag. — Le-Jol., Alg. mar. de Cherb. № 87.

Ectocarpus firmus J. Ag. var. *rupincola* in Aresch., Alg. Scand. exsicc. fasc. II et III (ser. nov.), № 113.

Bei den Solowetzki-Inseln ist diese Form (mit den Perlschnurfrüchten) auf *Halosaccion ramentaceum* J. Ag. (von A. Grigorieff) und *Fuc. evanescens* C. Ag. (von A. Sokoloff) gefunden worden.

Im akademischen Herbar von Ruprecht sind derer viele Exemplare vorhanden, welche 1837 von C. v. Baer im Weissen Meere — ohne genaue Angabe des Fundorts — gesammelt worden und unter anderen auch bei Tri-Ostrowo[2]); ausserdem auch von

---

1) Besonders genau sind aber in dieser Hinsicht die Zeichnungen von Dr. Kjellmann (l. c.)

2) Von den von C. v. Baer bei Tri-Ostrowo gesammelten Exemplaren hatte Ruprecht einst eine besondere Art, *Pylaiella saxatilis* aufgestellt (Rupr. Tang. d. Ochotsk. Meer. S. 386). Dass er aber später auch selbst von dieser Ansicht zurückkam, beweist, dass alle solche Exemplare in seinem Herbar gemeinschaftlich mit andern von C. v. Baer im Weissen Meere gesammelten zusammen liegen unter dem Namen «*Ectoc. littoralis* = *scirosporus R.*»

W. Nylander[1]) unweit der Tschawanga-Mündung (Russ. Lappl.) und bei Swiatoi-Noss (ebendaselbst) — auf *Fucus scrratus* L. Die Mehrzahl dieser Exemplare des akademischen Herbars ist auch mit den für diese Form charakteristischen perlschnurartigen Sporangien versehen.

Wie überall wird die besprochene Form auch im Weissen Meere auf Klippen und ällerlei Algen (wie z. B. auf verschiedenen Fucus-Arten, Polysiphonien, Halosaccion und anderen) angetroffen und scheint in diesem Meere ebenso verbreitet zu sein, wie sie im nördlichen Eismeere, im Baltischen Meere und im Finnischen Meerbusen (vergl. meine oben citirte Arbeit, l. c.) verbreitet ist.

Aus dem nördlichen Eismeere befinden sich in demselben Herbar: Exemplare, die von C. v. Baer im Jahre 1837 bei Nowaja Semlja gesammelt wurden. Es ist die Form (die der *Sphacelaria arctica* Harv. aufsitzt), welche Ruprecht in seiner Arbeit über die Tange des Ochotskischen Meeres, S. 385, unter dem Namen *Pylaiella flexilis* erwähnt, während sie aber in dem Herbar mit dem Namen *Ect. littoralis* = *seirosporus* R. benannt ist. Es ist also klar, dass die erste Benennung, *flexilis*, Ruprecht selbst später aufgehoben hat.

Ausserdem befinden sich noch in diesem Herbar aus demselben Eismeere stammende Exemplare dieser Form, die von W. Nylander bei Semi-Ostrowo (Russ. Lappl.) und von Ruprecht selbst an der Halbinsel Kanin, Cap Mikulkin, Swiatoi Noss (Kl. Samoj.-Land) — hier mit Perlschnurfrüchten — und Cap Barmin gesammelt sind.

Alle diese Exemplare, nebst den aus dem Weissen Meere herstammenden, liegen im genannten Herbar unter einem gemeinschaftlichen Namen *Ectoc. littoralis* = *seirosporus* Rupr., ausgenommen die Form vom Cap Barmin, welche den Namen *Ectoc. fimbriatus* Rupr. trägt, obwohl sie eine der gemeinsten Varietäten vorstellt, die gewöhnlich als f. *compacta auct.* der besprochenen Form benannt wird.

forma β. *tilopterioides* mihi.

Ectocarpus firmus f. *vernalis* — Aresch. Alg. Scand. exsicc. fasc. II et III (ser. nov.) № 173!

Pylaiella littoralis (L.) Kjellm. f. *vernalis* (Aresch.) Kjellm. l. c. S. 100—101.

Diese Form ist von A. Grigorieff von den Solowetzki-Inseln gesammelt; sie ist mit der Form identisch, welche im Herbar von Areschoug unter der oben citirten № 173

---

1) Diese von W. Nylander gesammelte Form befindet sich im Herbar von Ruprecht zusammen mit einer andern Alge, nämlich *Ectocarpus Naegelianus* (Kütz) Gobi (sieh weiter), welche mit pluriloculären, schotenförmigen Sporangien versehen ist, unter einem gemeinschaftlichen Namen *Ectocarpus lapponicum R.* Uebrigens., hatte Ruprecht über diese Ectocarpus-Art nie etwas veröffentlicht.

vertheilt ist. Wie die letztgenannte ist auch sie mit den pluriloculären Sporangien versehen, welche in den meistentheils opponirten Zweigen und Aestchen sich befinden. Ausserdem aber besteht ihre Aehnlichkeit noch in einer ihnen gemeinschaftlichen Eigenthümlichkeit ihres anatomischen Baues, nämlich, dass der grösste Theil des Thallus nicht aus monosiphonischen Gliedern (d. h. aus einer einzigen Zelle bestehenden), sondern aus polysiphonischen Gliedern zusammengesetzt ist, wodurch diese Form sehr scharf von der erstgenannten Varietät sich unterscheidet, und wodurch sie zu derselben in ähnlicher Beziehung steht, wie z. B. alle Formen der *Tilopteriden*-Gruppe zu den *Ectocarpen*; daher auch die von mir beigelegte Benennung — *tilopterioides*.

Eine derartige Form ist im nördlichen Eismeere, in der Kola-Bucht — bei Letinskoi-Noss (Russ. Lappl.) — von W. Nylander gefunden.

Gen. **Ectocarpus** (Lyngb.) Kjellm.

Scand. Ectoc. och Tilopt., p. 35. Lyngb. Hydr. Dan., p. 130, ad partem.

Ectocarpus Naegelianus (Kütz.) Ch. Gobi.

1849. *Corticularia Naegeliana* Kütz. Spec. alg., p. 460 et Tab. Phycol. Band V (1855), S. 24, tab. 81, Fig. II.

Im akademischen Herbar von Ruprecht befinden sich einige ihrer äusseren Gestalt nach schlecht erhaltene Exemplare einer von den Ectocarpus-Formen, für die Kützing im Jahre 1849 (Spec. alg. l. c.) eine besondere Gattung *Corticularia* aufstellte[1]). Durch die allgemeine Structur des Thallus gleichen diese Exemplare derjenigen Form, welche Kützing später in seinem andern Werke, Tabul. Phycolog. (l. c.), unter dem Namen *Cortic. Naegeliana*[2]) abbildet, obschon hier bemerkt werden muss, dass in der Form ihrer Sporangien (mit denen diese Exemplare reichlich beladen sind, und dabei ausschliesslich nur mit einer Sporangienform: nämlich mit den kurzen pluriloculären schotenförmigen Sporangien) sie mehr der *Corticularia arcta* Ktz. (Tab. Phyc. l. c. tab. 80, fig. I) sich nähern; dieser Verschiedenheit der Sporangienform ist jedoch keine Bedeutung zuzuschreiben[3]).

---

1) Schon in einer meiner früheren Arbeiten (Braunt. d. Finn. Meerb. S. 6) habe ich Gelegenheit gehabt zu zeigen, dass die Gattung *Corticularia* Ktz. unnatürlich ist, da alle dazu gezählten Formen wegen Unbeständigkeit des Merkmals, mit welchem der genannte Forscher sie zu charakterisiren suchte, nicht von den echten Ectocarpen getrennt werden können.

2) Auf der Tafel heisst es *Corticul. tenella;* das ist aber ein Druckfehler, wie der Verfasser selbst sagt (l c. S. 24).

3) Kjellmann identificirt die *Cortic. Naegeliana* Kütz. mit derjenigen Form, welche im Herbar von Areschoug, Alg. Scand. exsicc. fasc. II et III (ser. nov.) №112, unter dem Namen *Ectocarpus siliculosus* vertheilt ist; doch finde ich nichts Gemeinschaftliches unter allen diesen Formen (Kjellm. Scand. Ect. och. Tilopt. S. 81).

Diese Form ist im Weissen Meere von W. Nylander (1844) auf *Polysiphonia nigrescens* Grev., so wie auch auf anderen Algen an nächstfolgenden Stellen gesammelt: bei Tri-Ostrowo und bei der Tschawanga-Mündung (Russ. Lappl.)[1].

Ganz ähnliche Exemplare (mit ebensolchen Sporangien) sind an den Küsten des Eismeeres gesammelt worden: bei Semi-Ostrowo — von W. Nylander, bei Kildin (Russ. Lappl.) — von C. v. Baer, und bei Cap Kanin — von Ruprecht.

Fam. Sphacelarieae.

Gen. **Sphacelaria** (Lyngb.) Ktz.

Phycol. gener. p. 291.

Sphacelaria arctica Harv.

Chr. Gobi, Braunt. d. Finn. Meerb. S. 8 (sub *Sph. radicans* [Dillw.] Ag.); et in Botan. Zeit. 1877, № 33, S. 528—531 (sub *Sph. intermedia* Gobi ad inter.).

Kjellm. Om Spetsb. Thall. II, 1877, S. 34 (et secund. specim. authent. exsicc. a cl. Kjellmann in Green Herbour ad Spitzbergen lect. et sub hoc nomin. distribut.).

Vergl. auch Post. et Rupr., Illustr. alg. p. II (sub Sphacelaria cirrhosa var. filis simplicibus).

Im Herbar von Ruprecht befinden sich Exemplare dieser Alge, die im Weissen Meere nur von C. v. Baer (1840) gesammelt worden sind: bei Tri-Ostrowo, und bei der Insel Golaja-Koschka[2].

Alle genannten Exemplare gleichen vollkommen denen, welche bei Spitzbergen von Dr. Kjellmann (im Green Herbour, 1873) gesammelt worden sind, so wie auch denen, welche ich im Finnischen Meerbusen in grosser Anzahl oft und wiederholt gefunden habe (in den Jahren 1872, 1873 und endlich im vergangenen Sommer 1877). In einer Abhand-

---

1) Abgesehen davon, dass die Formen von den 2 soeben angegebenen Fundorten unter einander vollkommen gleich sind, liegt im Herbar von Ruprecht die eine dieser Formen, nämlich die von dem letztgenannten Orte stammende mit einer zugleich mit ihr an derselben Stelle aufgefundenen, einer gewöhnlichen *Pylaiella littoralis* Kjellm. α *typica mihi* unter einem gemeinsamen Namen *Ectocarpus lapponicus* Rupr. aufbewahrt. Wo ist die Erklärung für eine derartige Vereinigung zweier ganz verschiedener Formen zu suchen? in welchen Merkmalen fand Ruprecht die Aehnlichkeit dieser beiden Pflanzen? — das bleibt wohl unbeantwortet.

2) Schöne Exemplare dieser Pflanze und in grosser Anzahl befinden sich in demselben Herbar aus dem nördlichen Eismeere stammend, nämlich von Ruprecht selbst (1841) am südlichen Ufer der Insel Kolguew, bei Cap Mikulkin, Cap Barmin und Swiatoi-Noss (Kl. Samoj.-Land) gesammelt. Alle diese Exemplare, so wie auch die aus dem Weissen Meere herstammenden, sind in dem Herbar mit dem Namen *Sph. cirrhosa var.* bezeichnet.

Die Exemplare dieser Alge, welche C. v. Baer bei Nowaja-Semlja fand, und von denen das eine den Namen *Sph. cirrhosa*, das andere aber den Namen *Sph. heteronema* trägt (vergl. Post. et Rupr. Illustr. Alg. S. II) — gehören zu derselben Pflanze.

lung, welche ich im vergangenen Jahre in der Botanischen Zeitung (l. c.) veröffentlicht habe, führte ich die Beweise dafür an, dass die von mir im Finnischen Meerbusen gesammelte Form nicht mit der *Sph. cirrhosa* (Roth) identificirt werden kann, wie es Areschoug annehmen zu können glaubte (Bot. Notis. 1876, № 2), dass sie aber im Gegentheil sehr nahe der *Sphac. radicans* (Dillw.) C. Ag. steht, für welche ich sie anfangs angesehen (Braunt. d. Finn. Meerb. l. c.) und die, wie ich mich in der Botanischen Zeitung äusserte, nichts anders als nur eine schwächer entwickelte Form der von mir im Finnischen Meerbusen gesammelten Pflanze sei. Gegenwärtig, nach dem Erscheinen der oben citirten Arbeit von Dr. Kjellmann (l. c.), welcher die Fructificationszeit dieser Alge angiebt (vom Januar bis April), finde ich darin nur eine Bestätigung meiner früher ausgesprochenen Ansicht; eben diese Verschiedenheit in der Fructificationsperiode der beiden Formen, *radicans* und *cirrhosa*, habe ich unter anderen als einen Grund angeführt, woher diese beiden Formen nicht mit einander verwechselt werden dürften.

Sphacelaria arctica Harv. ist in den nördlichen Meeren sehr verbreitet und erscheint also als eine rein arctische und vielleicht sogar circumpoläre, da sie sowohl im hohen Norden Europa's als auch Amerika's angetroffen wird. Wenn wir in Betracht nehmen, dass die ihr in allen ihren Hauptmerkmalen vollkommen ähnliche *Sphac. radicans* C. Ag., die nur durch ihren verhältnissmässig kleinen Wuchs sich unterscheidet, eine mehr südlichere geographische Verbreitung hat und ausserdem noch in solchen Gegenden äusserst selten angetroffen wird (nach einstimmiger Angabe aller Algologen), so ist es kaum anders anzunehmen, als dass sie nur eine Varietät der *Sphac. arctica* Harv. ist, welche sich von ihrem Stammorte mehr nach Süden vorgedrängt hat. Die Lebensbedingungen scheinen ihr dabei weniger günstig zu sein; und darin ist die Ursache zu suchen für ihre weniger entwickelte äussere Gestalt im Vergleich mit ihrem Typus so wie auch in der von Allen constatirten Seltenheit ihres Vorkommens in den genannten Gegenden.

Hierbei muss ich noch Folgendes hinzufügen, dass im Herbar von Ruprecht manche aus dem Eismeere stammende Exemplare der *Sphac. arctica* Harv. vorhanden sind, die z. B. bei Swiatoi-Noss (Kl. Samoj.-Land) von Ruprecht selbst, so wie auch an einigen anderen Stellen gesammelt, welche vollkommen identisch, sogar ihrer äusseren Gestalt nach, den typischen Exemplaren einer *Sphac. radicans* C. Ag. sind, wie z. B. der Form, die im Herbar von Wyatt, Alg. Danm. fasc. IV, № 210 vertheilt ist.

Gen. **Chaetopteris** Ktz.

Phyc. gener. p. 293.

Chaetopteris plumosa (Lyngb.) Ktz. (l. c.)

J. Agardh. Spec. gen. et ord. alg. I, p. 41.

Sphacelaria plumosa Lyngb. Hydr. Dan. p. 103, tab. 30, C; Harvey. Phyc. Brit. I, pl. 87. Aresch. Alg. Scand. Exsicc. fasc. II et III (ser. nov.) № 107.

Diese Alge scheint im Weissen Meere ziemlich selten vorzukommen. Von den Solowetzki-Inseln sah ich nur sehr wenige Exemplare (K. Grigorieff, K. Mereschkowski), von denen einige aus einer Tiefe von 8 Faden herausgeholt sind (K. Mereschkowski). K. Mereschkowski fand sie auch im Onega-Busen, bei Ras-Insel, in einer Tiefe von $1^1/_2$ Faden (hier mit *Polysiphonia nigrescens* Grev. und *Ahnfeltia plicata* Fr.).

Im akademischen Herbar von Ruprecht ist auch eine geringe Anzahl dieser Form vom Weissen Meere abstammend vorhanden (unter dem Namen *Sphacelaria plumosa* Lyngb.); es befinden sich hier nämlich einige Exemplare derselben, welche von C. v. Baer im genannten Meere — ohne genaue Angabe des Fundorts — in den Jahren 1837 und 1840, und von demselben Forscher im Jahre 1837 an der östlichen Küste dieses Meeres unter $65^1/_2{}^\circ$ nördl. Breite (auf Muscheln) gesammelt worden sind.

Viel häufiger aber scheint diese Form an den Küsten des nördlichen Eismeeres vorzukommen; wenigstens sind im genannten Herbare von Ruprecht deren viele Exemplare vorhanden, die von Ruprecht selbst (1841) an folgenden Stellen gesammelt worden sind: am südlichen Ufer der Insel Kolguew, am Cap Mikulkin (Kanin-Land), Cap Barmin, Saitzin-Noss, Swiatoi-Noss (Kl. Samoj.-Land)[1]).

Fam. Dictyosiphoneae.

Gen. **Phloeospora** Aresch.

Botan. Notis. 1873, № 6, S. 163.

Phloeospora subarticulata Aresch.

Aresch. Botan. Notis. 1876, № 2.

Alg. Scand exsicc. fasc. II et III (ser. nov.) № 104 (sub *Dictyosiphon foeniculaceus* (Huds.) var. *subarticulatus*).

Einige fructificirende Exemplare dieser Pflanze wurden von A. Grigorieff (1876) von den Solowetzki-Inseln mitgebracht, wo sie an Klippen mit der *Cladophora arcta* Kütz. und *Monostroma fuscum* Wittr. wuchsen.

Phloeospora tortilis (Rupr.) Aresch.

(incl. *Phl. pumila* Kjellm. Ueb. die Algenveget. d. Murm. Meer., S. 45, fig. 16—22.)
Scytosiphon tortilis Rupr. Tang. des Ochotsk. Meer., S. 373.

---

1) Vergl. auch: Kjellmann. Ueber die Algenveget. d. Murm. Meer., 42—43.

Dictyosiphon tortilis (Rupr.) — Ch. Gobi, Braunt. d. Finn. Meerb. S. 15, Taf. II, fig. 12—16.
Phloeospora tortilis (Rupr.) Aresch. Botan. Notis. 1876, № 2 et Chr. Gobi Botan. Zeit. 1877, № 33, S. 527.

Solowetzki-Inseln (A. Grigorieff, K. Mereschkowski).

Das, was Dr. Kjellmann (l. c.) als eine besondere Art *Phl. pumila* Kjellm. beschreibt, ist nichts weiter, als vegetative Sprosse der *Phl. tortilis* Aresch.; diese Sprossen aber, für sich allein betrachtet, sind so charakteristisch, dass man sie wohl sehr leicht für etwas Selbstständiges annehmen kann. Indem ich nun derartige Exemplare von den Solowetzki-Inseln vor mir hatte, die sowohl in ihrer Länge, Structur, kurz in Allem, sowohl der Beschreibung, als auch den Zeichnungen, welche Kjellmann für seine Form giebt, entsprachen, war ich bereit, dieselbe als eine wirklich gut festgestellte Art anzunehmen, obgleich ich beim Durchlesen der Arbeit Kjellmann's vermuthete, dass sie wahrscheinlich nur irgend eine ganz eigenthümliche Bildung der *Phloeosp. tortilis* Aresch. sei, um so mehr, dass Kjellmann selbst die Ansicht äusserte, dass sie vielleicht nur eine verkümmerte Form der *Phl. tortilis* Aresch. wäre; dabei sagt er auch noch, dass er bei dieser Form keine Zoosporangien gesehen habe. Kurz, abgesehen von solch einer Ansicht, die ich anfänglich nicht zu Gunsten dieser Form hegte, war ich demungeachtet bereit, nachdem ich vor mir das Object hatte, welches Kjellmann so meisterhaft beschrieben hatte, diese Form als eine besondere Art anzusehen; jedoch, bevor ich mit dieser Frage abschloss, unterwarf ich das «Substrat», auf welchem diese Form festsass und welches immer eine Art von haarförmigem Faden von schwarzbrauner Farbe darstellte, einer Untersuchung. Dabei erwies sich aber, dass dieser Faden einen basalen Theil vom Thallus einer echten *Phl. tortilis* Aresch. mit dem für sie charakteristischen anatomischen Baue[1]) darstellte; von ihm sprossen nach allen Seiten die sehr eigenthümlichen und im Verhältnisse mit ihm sehr dünnen unverzweigten Härchen, die ganz so aussehen und gebaut sind, wie die genannte *Phl. pumila* Kjellm.; den Anfang dieser Sprosse konnte man sehr deutlich verfolgen: ein jedes solcher dünnen Härchen ist eine unmittelbare Fortsetzung der Gewebe der *Phl. tortilis* Aresch. selbst und erscheint also nichts anderes als ein vegetativer Spross derselben. Dr. Kjellmann fügt noch hinzu, dass der Thallus seiner *Phl. pumila* unverzweigt und unbehaart ist, durch welche Merkmale diese Form leicht von den andern derselben Gattung sich unterscheiden lässt. Zwar habe ich auch keine Verzweigung der genannten Fäden bemerkt, doch was die sogenannte Behaarung betrifft, so gelang es mir in einigen Fällen sehr dünne opponirend sitzende (nicht gipfelständige) Härchen aufzufinden, ganz demgemäss wie es auch an den oberen Theilen des Thallus bei der typischen Form der *Phl. tortilis* Aresch. stattfindet (vergl. die Zeichnungen meiner oben citirten Arbeiten l. c.); diese

1) Vergl. meine oben citirte Abhandlung: Braunt. d. Finn. Meerb. l. c.

Thatsache beweist und bestätigt wiederum meine Ansicht, dass die sogenannte *Phl. pumila* Kjellm. nichts anders als vegetative Sprosse der *Phl. tortilis* Aresch. ist.

Gen. **Dictyosiphon** Grev.

Alg. Brit. p. 55.

Dictyosiphon foeniculaceus (Huds.) Grev.

Grev. l. c. p. 56, tab. VIII.

Ch. Gobi, Braunt. des Finn. Meerb. S. 13.

In der von A. Grigorieff von den Solowetzki-Inseln mitgebrachten Sammlung sah ich sehr viele junge auf *Chordaria divaricata* Ag. sitzende Exemplare dieser Pflanze.

forma *flaccida* Aresch.[1])

Botan. Notis 1873, S. 169 und Observ. Phyc. III, S. 31.

Im Weissen Meere bei der Tschawanga-Mündung* und bei Tri-Ostrowo von W. Nylander gesammelt. Im nördlichen Eismeere — von demselben Forscher — bei Semi-Ostrowo und bei Letinskoi-Noss*, in der Kola-Bucht (Russ. Lappl.).

Dictyosiphon hippuroides (Lyngb.) Kütz.[2])

Kütz. Tab. Phycol. Band VI (1856) S. 19, tab. 52, fig. II; Spec. alg. (1849), S. 485 (sub *Dictyosiphon ramellosus* (J. Ag.) Kütz.)

Aresch. Observ. Phycol. III, p. 26 et Alg. Scand. exsicc. fasc. II et III (ser. nov.) № 105.

Im Weissen Meere bis jetzt nur bei Tri-Ostrowo von C. v. Baer, und in der Nähe der Keret-Mündung von W. Nylander gesammelt.

Im nördlichen Eismeere: bei Letinskoi-Noss, in der Kola-Bucht (Russ. Lappl.) von W. Nylander; an der Insel Kolguew, Cap Barmin, Cap Mikulkin (Kl. Samoj.-Land) von Ruprecht gefunden.

---

1) Ich vermuthe, dass das sogenannte *Dictyos. hispidus* Kjellm. (Spetsb. Thall. II, S. 39; sowie auch: Ueb. die Algenveget. d. Murm. Meer., S. 47) dieselbe Pflanze und zwar deren etwas mehr verzweigtere Form ist. Zu solcher Anschauung führt mich einerseits die Uebereinstimmung der aus den Diagnosen für diese beiden Formen entnommenen Hauptmerkmale, andererseits aber die von Dr. Kjellmann bei Spitzbergen aufgefundene Form, deren authentische Exemplare ich gesehen habe (Ex Mus. Botan. Holm.). Diese etwas mehr verzweigte Form der besprochenen Subspecies kommt auch im Finnischen Meerbusen vor: es ist die von mir in meiner oben erwähnten Abhandlung (l. c.) mit dem Buchstaben *B* bezeichnete (und durch grosse Epidermalzellen charakterisirte) Form.

* Die Exemplare aus den mit einem Sternchen bezeichneten Gegenden sind im akademischen Herbar von Ruprecht als *Scytosiphon foeniculaceus* var. *membranacea* Lyngb., und alle andere als «*Chordaria flagelliformis* var.» bezeichnet.

2) Alle Exemplare dieser Pflanze sind im akademischen Herbar von Ruprecht entweder als typische *Chordaria flagelliformis* Ag. oder als deren verschiedene Varietäten, wahrscheinlich der Anschauung J. Agardh's gemäss (Spec. gen. et ord. alg. I, p. 66—67) bezeichnet.

Gen. **Desmarestia** Grev.

Alg. Brit. p. 36.

Desmarestia aculeata (L.) Lamour.

Ess. p. 25.

Harv. Phyc. Brit. I, pl. 49. J. Agardh, Spec. gen. et ord. alg. I, p. 167. Wyatt, Alg. Danm. fasc. IV, № 158, *a* et *b*; Aresch. Alg. Scand exsicc. fasc. III, № 62 et fasc. II et III (ser. nov.) № 87 et fasc. IV (ser. nov.) № 165.

Vergl. auch Post. et Rupr. Illustr. Alg. S. II. Nyl. och Sael. Herb. Mus. Fenn. p. 73.

Eine der gewöhnlichsten Pflanzen des Weissen Meeres, die von K. Mereschkowski und A. Grigorieff unter anderm auch bei den Solowetzki-Inseln gefunden ist. Eine grosse Anzahl von Exemplaren dieser Alge befindet sich auch im akademischen Herbar von Ruprecht, die in diesem Meer an folgenden Stellen gesammelt worden sind: von C. v. Baer, im Jahre 1837, ohne genaue Angabe des Fundorts und bei Tri-Ostrowo; von Pankiewitsch (Baer's Exped. 1840) — auch ohne Angabe des Fundorts; von A. Goebel (1869) — bei Tri-Ostrowo; bei Sosnowetz — von A. v. Middendorff (1842); bei Swiatoi-Noss und östlich von der Tschawanga-Mündung — von W. Nylander (1844); bei der Mündung der nördlichen Dwina — von Schrenk (1839).

In demselben Herbar befinden sich auch von den Küsten des nördlichen Eismeeres herstammende Exemplare dieser Alge, die von Ruprecht (1841) am Cap Kanin, Swiatoi-Noss, Cap Barmin, Saitzin-Noss (Kl. Samoj.-Land) und am südlichen Ufer der Insel Kolguew gesammelt worden sind; in der Schuretzkaja-Bucht (Russ. Lappl.) von A. v. Middendorff (1842); bei den Jokanski-Inseln (ebendaselbst), nämlich zwischen der Ostrowskaja- und Tscherwjanaja-Bucht, in einer Tiefe von 6—6½ Faden — von K. Mereschkowski (1876); und bei Nowaja-Semlja[2]) — von C. v. Baer (1837).

Die Mehrzahl aller genannten Exemplare stellt diese Form in ihrer herbstlichen Tracht dar, oder in einem Uebergangszustande von der Frühlings- (l'état plumeux) zur Herbsttracht (l'état épineux).

Gen. **Dichloria** Grev.

Alg. Brit. p. 39.

Dichloria viridis (Fl. Dan.) Grev.

Grev. l. c. tab. VI.

J. Agardh. Spec. gen. et ord. alg. I, p. 164. Exsicc. Wyatt, Alg. Danm. fasc. II, № 56.

Fucus viridis Fl. Dan. t. 886! (vol. V, fasc. XV).

---

1) Die Form, welche im Herbar den Namen *Desmar. inanis* trägt (vergl. auch Post. et Rupr. Illustr. Alg., S. II) und auch bei Nowaja-Semlja von C. v. Baer gesammelt ist, gehört hierher.

Desmarestia viridis (Fl. Dan.) Lamour. — Harv. Phyc. Brit. III, pl. 312. Kütz. Tab. Phyc. Band IX, tab. 92.

Aresch. Alg. Scand. exsicc. fasc. II, № 34 et fasc. II et III (ser. nov.) № 88.

Diese Alge scheint zu den seltenen Formen des Weissen Meeres zu gehören. In der Sammlung, welche A. Grigorieff (1876) von den Solowetzki-Inseln mitgebracht hatte, fand ich nur eine geringe Anzahl von Exemplaren derselben; dasselbe äusserte sich auch bei der Durchmusterung des akademischen Herbars von Ruprecht, welches nur 2 Exemplare von dieser Alge (*Desmarestia viridis* Lamour. benannt[1]) enthält, die im genannten Meere im Jahre 1840 von C. v. Baer, ohne genaue Angabe des Fundorts (auf Steinen) und bei Tri-Ostrowo — auf *Orgyia* Stackh. (= *Alaria* Grev. — wie es auf der beigelegten Etiquette geschrieben stand) — gesammelt worden sind.

An der Küste des nördlichen Eismeeres ist diese Alge bei Cap Kanin von Ruprecht (1841) gesammelt.

Fam. Scytosiphoneae.

Gen. **Scytosiphon** C. Ag. char. mut.

Spec. alg. I, p. 160. Le-Jol. List. des alg. mar. de Cherb. p. 67, spec. exclus.

Scytosiphon lomentarius (Lyngb.) J. Ag.

Spec. gen. et ord. alg. I, p. 126. Le-Jol. l. c. et exsicc. № 198. Juergens, Alg. aquat. Heft XVII, № 2 (sub *Ulva fistulosa* Huds.). Wyatt, Alg. Danm. № 6. Harvey, Phyc. Brit. III, pl. 285. Areschoug, Alg. Scand. exsicc. № 94 (sub *Chorda lomentaria* (Lyngb.) et № 95 (sub *Chorda autumnalis* Aresch.); vergl. auch Observ. Phyc. III, S. 16.

Nyl. och Sael. Herb. Mus. Fenn. p. 73 et in herbar. Academ. Petropolit. Ruprecht. sub *Chorda lomentaria* Lyngb.

Die grössten der von W. Nylander (im Jahre 1844) am Swiatoi-Noss (Russ. Lappl.) gesammelten Exemplare erreichen eine Grösse von 16 Ctmr.

---

1) Unter demselben Namen ist diese Pflanze auch in Illustr. Alg. von Post. et Rupr. S. II für Tri-Ostrowo angeführt.

Gen. **Phyllitis** (Ktz.) Le-Jol.

Mémoir. d. la soc. d. sc. natur. d. Cherb. III vol. (1855), p. 301 (et in Nov. Act. Acad. Cesar. Leopold. Carol. natur. curiosor. Vol. XXV, pars posterior, 1856, p. 582).

Phyllitis fascia (Fl. Dan.) Kütz.

Kütz. Phyc. gen. p. 342, Tab. 24, III.

Ulva fascia (Fl. Dan.) Lyngb. Hydr. Dan., p. 28, tab. 5, *F* (die Zeichnung ist nicht besonders gut).

Aresch. Phyc. Scand. mar. p. 132 (sub *Ilea fascia* Fr.).

Alg. Scand. exsicc. fasc. I, № 36 (sub *Laminaria fascia* Ag.) et fasc. II et III (ser. nov.), № 96 (sub *Ilea fascia* Fl. Dan.), forma prima in super. part. chartae.

Observ. Phycol. III, p. 16 (sub *Phyllitis Fascia* (Fl. Dan.).

J. Agardh. Spec. gen. et ord. alg. I, p. 129 (partim; sub *Laminaria fascia* (Fl. Dan.).

Rabenh. Alg. Europ. № 1578, *b* (contrib. post № 1890) — sub *Ilea fascia* (Fl. Dan.).

Junge Exemplare dieser Pflanze (bis 3 Ctm. hoch bei der grössten Breite von ungefähr ¾ Mllm., und ganz grün gefärbt) sind von A. Grigorieff (1876) von den Solowetzki-Inseln mitgebracht.

Bei Tri-Ostrowo ist diese Alge von W. Nylander (1844) und später von A. Goebel (im August 1869) gefunden. Die grösste Länge dieser Exemplare erreicht bis 10 Ctm. Die von A. Goebel gesammelten Formen[1]) sind vollkommen grün; sie messen in die Breite 1 Mllm. und selten 1½ Mllm. Die Exemplare von W. Nylander[2]), die er auf Steinen gesammelt hat, sind von einer rothbraunen Farbe und haben eine verschiedene Breite von ½—2 Mllm.

Fam. Chordarieae.

Gen. **Chordaria** (C. Ag.) J. Ag.

Spec. gen. et ord. alg. I, p. 64; char. mut.

Chordaria flagelliformis (Fl. Dan.) Ag.

Fl. Dan. tab. 650 (vol. IV, fasc. XI, sub *Fucus flagelliformis*).

Grev., Alg. Brit. p. 44, tab. VII. Harv. Phyc. Brit. I, pl. 111.

---

1) Im Herbar von Ruprecht tragen sie den Namen *Ulva intestinalis* (*!!*), *marina*.

2) Sind in demselben Herbar unter dem Namen *Ulva fascia*, ohne Angabe des Verfassers, aufbewahrt; Ruprecht hat in diesem Falle wohl gewiss Lyngbye verstanden.

J. Agardh, l. c. p. 66 (excl. variet.). Aresch. Alg. Scand. exsicc. fasc. II, № 33 et fasc. II et III (ser. nov.) № 97.
Vergl. auch Nyl. och Sael. Herb. Mus. Fenn. p. 73.

Im akademischen Herbar von Ruprecht befinden sich Exemplare dieser Pflanze von folgenden Stellen des Weissen Meeres herstammend: von Tri-Ostrowo[1]) (C. v. Baer; W. Nylander); von Swiatoi-Noss (Russ. Lappl.) und östlich von der Tschawanga-Mündung (W. Nylander). Die Exemplare vom letztgenannten Orte sind den oben erwähnten Exemplaren des Herbars von Areschoug vollkommen gleich; alle anderen aber gleichen ihrem Habitus nach derjenigen Form dieser Pflanze, die an der nördlichen norwegischen Küste von Dr. Berggren gesammelt worden ist (Ex Mus. Bot. Holm.).

In demselben Herbar von Ruprecht sind auch Exemplare dieser Pflanze vorhanden, die von der Küste des nördlichen Eismeeres, nämlich bei Semi-Ostrowo (Russ. Lappl.) von W. Nylander gesammelt; sie sind denen von Tri-Ostrowo und von Swiatoi-Noss herstammenden vollkommen gleich.

Alle erwähnten Exemplare sind im Fructificationszustande.

Chordaria divaricata Ag.

J. Agardh, Spec. gen. et ord. alg. I, p. 65. Harv. Phyc. Brit. I, pl. XVII et Ner. Bor. Amer. p. 124, tab. XI, *A*.

Bei den Solowetzki-Inseln von A. Grigorieff im Jahre 1876 gesammelt.

Die Reproductions-Schicht des Thallus, welche immer an dessen Peripherie sich befindet und aus kurzen perlschnurartigen radial zur Längsachse des Thallus stehenden Fäden zusammengesetzt ist, fehlt nur auf einer gewissen Strecke an dem basalen Theile der Pflanze, die hier ausschliesslich nur aus der Vegetations-Schicht allein besteht, welche in allen übrigen Theilen die innere Schicht des Thallus bildet[2]).

Der Bau der Vegetationsschicht ist ein ganz ebensolcher wie auch bei der *Chordaria flagelliformis* Ag. Der ganze Thallus ist in allen seinen Theilen solid; wenigstens an allen den Querschnitten, die ich von verschiedenen Stufenhöhen des Thallus erhalten habe, angefangen von der Basis und bis zum oberen Ende, waren die Zellen immer zu einer ununterbrochenen Schicht angeordnet, so dass es mir kein einziges Mal gelungen ist eine centrale Röhre zu entdecken, welche nach Harvey (Ner. Bor. Amer. S. 125, tab. XI, fig. 3) sich zuweilen nachträglich ausbilden kann, d. h. bei den älteren, mehr ausgewachsenen

1) Diese Gegend ist für die genannte Pflanze schon in Illustr. Alg. von Post. et Rupr. S. II angegeben.

2) Ueber diese von mir unterschiedenen Schichten habe ich mich schon früher in der Abhandlung «Ueber einen Wachsthumsmodus des Thallus der Phaeosporeen» (Botan. Zeit. 1877, № 27) geäussert.

Formen, durch das Ressorbiren der Centralzellen — was sehr möglich ist. Durch alle diese Angaben wird aber die von J. Agardh geäusserte Ansicht ganz widerlegt, nämlich, dass alle Chordarien — (es wird bei ihm bei der Beschreibung der ganzen Gattung *Chordaria* angegeben) — in ihrem Jugendzustande eine innere Centralröhre besitzen[1]), die sich erst später ausfüllen soll. Diese Angabe erscheint also als der Wirklichkeit ganz entgegengesetzt.

Die von den Solowetzki-Inseln stammenden Exemplare (von denen manche reichlich mit einem jungen Dictyosiphon foeniculaceus Grev. besetzt sind) sind sehr stark mit langen farblosen Härchen bekleidet, wie es von Harvey auf der Taf. XVII seiner Phyc. Brit. I veranschaulicht ist[2]), so dass man in dieser Hinsicht diese Form als f. *tomentosa* ansehen dürfte im Vergleich mit den Exemplaren dieser Art, welche z. B. im Herbar von Areschoug, № 66, fasc. III und № 98, fasc. II u. III (ser. nov.) vertheilt sind, und bei denen ich eine solche Behaarung nicht finde: wenigstens fehlt sie in meinem Exemplar des genannten Herbars. Jedoch die stärkere oder geringere Behaarung oder sogar eine vollkommene Abwesenheit derselben — was nicht selten auch an anderen Algen zu bemerken ist[3]) — erscheint auch in diesem Falle als ein sehr unwesentliches Merkmal für die Art. Dabei ist noch zu bemerken, dass, wenn die Behaarung bei dieser Pflanze überhaupt stattfindet, die doch immer an dessen basalem Theile, dem die Reproductions-Schicht fehlt, nie vorkommt; und daher stammt es auch, dass die ganze Pflanze beim Trocknen sehr gut am Papier haften bleibt — mit Ausnahme ihres basalen Theiles, welcher sich noch von dem ganzen übrigen graugrünen Theile des Thallus durch seine viel dunklere, schwarzbraune Farbe unterscheidet (vergl. Harvey, Ner. Bor. Americ. S. 124).

Durch ihre Weichheit, Schlüpfrigkeit, Behaarung und — was die Hauptsache ist — durch den Bau ihrer äusseren Reproductions-Schicht, nähert sich diese Form derjenigen aus dem Finnischen Meerbusen stammenden Pflanze, welche ich seiner Zeit unter dem Namen *Cladosiphon balticum* Gobi beschrieben habe[4]).

---

1) J. Agardh, l. c. S. 64: «Axis frondis est in juvenili planta tubulosus, sed tubus sensim impletur cellulis in centro submajoribus».

2) In seinem anderen oben citirten Werke (Ner. Bor. Americ. l. c.) wird aber darüber nicht angedeutet, weder im Texte noch auf der Abbildung.

3) Wie z. B. bei *Chorda filum* Lamour., oder bei *Dictyosiphon foeniculaceus* Grev., *Phloeospora tortilis* Aresch. u. and. (Vergl. meine Arbeit: «Die Braunt. d. Finn. Meerbus., S. 14, 15).

4) Chr. Gobi. Braunt. d. Finn. Meerbus. S. 12, Taf. I, fig. 7—11. Bei der Beschreibung der genannten Pflanze wurde ich hauptsächlich durch eine ihr sehr nahe stehende Form, welche zuerst von Harvey (Phyc. Austr. I, tab. 60) unter dem Namen *Cladosiphon Chordaria* Harv. beschrieben war, geleitet. Ich glaubte damals, dass das Vorhandensein einer inneren Röhre, nach welchem Kennzeichen Harvey seine Form zur Gattung *Cladosiphon* rechnete, eins der charakteristischen Merkmale für diese Gattung sei. Jetzt finde ich aber, dass das wesentliche Kennzeichen sowohl bei der Pflanze von Harvey, wie auch beim Cladosiphon balticum, im anatomischen Baue der äusseren Reproductions-Schicht zu suchen ist; und in dieser Hinsicht müssen die beiden Formen als *Chordarien* betrachtet werden; doch sind sie von allen anderen bis jetzt bekannten Chordaria-Arten sogleich zu unterscheiden: einerseits durch das Vorhandensein einer inneren Röhre, andererseits aber durch den ganz verschiedenen Bau der Vegetationsschicht (wenigstens bei meiner Form).

Gen. **Castagnea** Derb. et Sol.

Mém. sur la physiol. des alg. (Suppl. aux Compt. rend. de l'Acad. des sc. t. I, pl. 15, fig. 17—19; page 56—57). Le-Jolis, Alg. mar. de Cherb. p. 84.

Castagnea virescens (Carm.) Thur. forma *pumila mihi.*

Mesogloea Zosterae (Lyngb.) Aresch. in Linnaea, 1842, vol. XVI, S. 228, tab. 8, fig. 1 und 1 *b*; vergl. Ch. Gobi, Braunt. d. Finn. Meerb., S. 16[1]).

Ich fand diese Pflanze auf einer von den Solowetzki-Inseln von A. Sokoloff mitgebrachten *Laminaria digitata* (L.) Lamour. Zwei andere aus dem Weissen Meere herstammende und von W. Nylander gefundene Exemplare befinden sich im akademischen Herbar von Ruprecht; eines derselben ist auf *Zostera*, unweit der Keret-Mündung gefunden (dieses Exemplar war von Ruprecht als «*Myriotrichia Zosterae?*» bestimmt), und das andere (welches den Namen «*Mesogloea spec?*» trägt) — bei Tri-Ostrowo.

Gen. **Mesogloea** Ag.

J. Agardh. Spec. gen. et ord. alg. I, p. 56.

Mesogloea vermicularis Ag.

J. Agardh. l. c. I, p. 58, Harv. Phyc. Brit. I, pl. 31. Exsicc. Wyatt, Alg. Danm. № 100. Aresch. Alg. Scand. fasc. III, № 68 und fasc. II et III (ser. nov.), № 99. Le-Jol. Alg. mar. de Cherb. № 32.

Ein fructificirendes Exemplar dieser Pflanze, welches im Herbar von Ruprecht unter dem Namen «*Mesogloea.....?*» aufbewahrt ist, stammt von Tri-Ostrowo (C. v. Baer).

Gen. **Elachistea** Duby.

Mém. de Ceram. I, p. 19; J. Agardh. Spec. gen. et ord. alg. I, p. 7.

Elachistea fucicola (Velley) Fries.

J. Agardh. l. c. p. 12.

Bei Swiatoi-Noss an der russisch-lappländischen Küste von W. Nylander (1844) auf *Fucus serratus* L. gesammelt.

---

1) *Castagnea* (auch *Mesogloea*) *Zosterae* Aresch. ist nichts anderes, als eine sehr kleine *Castagnea virescens* Thur., wovon ich während des vergangenen Sommers, 1877, die Gelegenheit hatte, mich zu überzeugen, da ich im Finnischen Meerbusen (bei Reval) Uebergänge zwischen diesen beiden Formen gefunden. Obschon diese kleinste von allen bis jetzt bekannten Formen der Art *virescens* sehr oft, jedoch nicht ausschliesslich auf *Zostera* vorkommt; man kann sie nicht selten auch auf anderen höheren Wasserphanerogamen antreffen, und das oben erwähnte Beispiel — auf *Laminaria digitata* Lamour. — zeigt nun, dass sie auch auf grösseren Algen zu finden ist. Demgemäss halte ich es für zweckmässiger den wenig charakteristischen bis jetzt gebrauchten Artnamen «Zosterae» durch einen anderen mehr passenderen Namen *pumila* zu ersetzen; es wird damit diese Form in allen Fällen bezeichnet ganz abgesehen davon, auf welchem Substrat sie wächst.

Elachistea lubrica Rupr.

Tange des Ochotsk. Meer.,S. 388.

Die sich auf *Halosaccion ramentaceum* J. Ag.[1]) befindenden und von W. Nylander bei Swiatoi-Noss an der russich-lappländischen Küste gesammelten Exemplare, so wie auch die, welche von A. Grigorieff (ebenfalls auf *Halosacc. ramentaceum* J. Ag.) von den Solowetzki-Inseln mitgebracht wurden, sind mit verkehrt-eiförmigen Sporangien versehen.

Alle diese Exemplare sind mit der Form identisch, welche bei Grönland von Dr. Berggren ebenfalls auf Halosaccion ramentaceum J. Ag. gesammelt wurde und mir zur Verfügung stand (Ex Mus. Botan. Holm.).

Fam. Asperococceae.

Gen. **Ralfsia** Berkel.

Engl. Botan. Suppl., tab. 2866.

Ralfsia deusta Berkel.

Padina deusta Grev. — Post. et Rupr. Illustr. Alg. p. IV et 20.
Cruoria deusta Aresch. in Linnaea 1843, S. 266.
Ralfsia deusta, forma *b*, Aresch. Phyc. Scand. mar. p. 139.
Ralfsia deusta Berkel. — Kütz. Tab. Phycol. Band IX, Tab. 77.
Ralfsia? deusta (C. Ag.) J. Agardh. Spec. gen. et ord. alg. I, p. 63.
Vergl. auch Nyl. och Sael. Herb. Mus. Fenn., p. 73.

Im akademischen Herbar von Ruprecht befindet sich eine bedeutende Anzahl von Prachtexemplare dieser Pflanze (*Zonaria deusta* Ag. benannt), von C. v. Baer, im Jahre 1840, an einer eine $^1/_2$ Werst nördlich von Tri-Ostrowo gelegenen Bucht gesammelt, so wie auch an Klippen, unweit derselbeu Gegend, — von W. Nylander im Jahre 1844,[2]) Die Mehrzahl der Exemplare erreicht bis 9 Ctm. im Durchmesser, es finden sich aber unter ihnen einige, die nach einer Richtung die soeben angegebene Grösse, nach der andern aber — perpendiculär zur ersten — bis 16 Ctm. erreichen.

---

1) *Halosaccion fistulosum* Rupr. l. c. S. 273 et in Herb. Academ. Petropolit.

2) Möglicherweise an derselben Stelle, wo auch C. v. Baer vor ihm im Jahre 1840 sammelte.

Ralfsia fatiscens (Aresch.) Ch. Gobi[1]).

Lithoderma fatiscens Aresch. Observ. Phycol. III (1875), p. 23.

Bei den Solowetzki-Inseln von A. Sokoloff (1869) und A. Grigorieff (1876) gefunden.

Ueberzieht kleine Steine, an denen auch einige andere Algen haften (wie *Fucus serratus* L. z. B. und and.). Auf einem solchen von A. Grigorieff mitgebrachten Steinchen bemerkte ich ein kleines röthliches Fleckchen von *Hildbrandtia rosea* Kütz. Nach der Angabe von A. Grigorieff scheint diese Form bei den genannten Inseln ziemlich häufig vorzukommen.

Die erwähnten Exemplare stimmen vollkommen überein mit der Form, welche auch bei Spitzbergen vorkommt (z. B. von Dr. Kjellmann in Mosselbay im September 1872 gesammelt)[2]), sowie auch mit derjenigen, die ich mehrmals im Finnischen Meerbusen gesammelt habe, wo sie besonders häufig längs der nördlichen, finnländischen, felsigen Küste des genannten Busens vorkommt[3]).

Fam. Laminarieae[4]) Bory.

I. SIMPLICES Rstf.

Gen. **Chorda** (Stackh.) Lamour.

Ess. p. 26.

Chorda Filum (L.) Lamour.

Vergl. Chr. Gobi — Braunt. d. Finn. Meerb. S. 18.
Stackh. Ner. Brit. (1801) p. 40, tab. X (sub *Fucus Filum* L.).
Exsicc. Aresch. Alg. Scand. fasc. II, № 32; Le-Jol. Alg. mar. de Cherb. № 45.

Auf Klippen bei Tri-Ostrowo — von C. v. Baer, unweit von der Keret-Mündung — von W. Nylander, bei den Solowetzki-Inseln — von A. Grigorieff, welcher angiebt, dass sie hier selten vorkommt.

Für das Weisse Meer wird diese Pflanze auch schon von Postels und Ruprecht Illustr. Algar. S. II erwähnt.

---

1) Die Belege, welche mich zu der Ansicht führen, die von Prof. J. E. Areschoug im Jahre 1875 festgestellte neue Gattung *Lithoderma* (Aresch. l. c.) für die frühere Gattung *Ralfsia Berkel.* anzusehen, habe ich in der Botanischen Zeitung, 1877, № 33 (S. 532) angeführt.

2) Nach demselben Forscher auch bei Nowaja-Semlja sehr stark verbreitet (vergl. seine Arbeit: Ueb. d. Algenveget. d. Murm. Meer. S. 49 et sequent).

3) Vergl. meine Arbeit: Braunt. d. Finn. Meerb. S. 11 (sub Ralfsia verrucosa Aresch.).

4) Bei der nächstfolgenden Eintheilung der Formen aus der Laminarien-Gruppe stimme ich der Ansicht des Herrn Dr. Rostafinski bei, welche er mir brieflich mitgetheilt hat.

II. FIBROSAE Rstf.

Gen. **Phyllaria** Le-Jol.

Phyllaria dermatodea (Delap.) Le-Jol.

Obschon ich keine aus dem Weissen Meere stammende Exemplare dieser Pflanze gesehen habe[1]), führe ich sie doch für dieses Meer unter solcher Benennung aus einer von Herrn Dr. Rostafinski freundlichst an mich gewendeten schriftlichen Mittheilung an, wo gesagt ist: «Tri-Ostrowo, C. Baer, 1837; in Illustr. Algar. von Post. u. Rupr. S. II unter dem Namen *Laminaria Baerii* Post. et Rupr. nur dem Namen nach erwähnt».

Für diese Pflanze will ich meinerseits folgende Synonymie anführen:

1854. *Halygenia* (*Phyllaria*) *dermatodea* = *Laminaria dermatodea* Lapyl. in Le-Jolis «Exam. d. esp. confond. sous le nom de *Laminaria digitata auct.* (Mém. de la soc. des sc. natur. de Cherb. 3^{me} vol. p. 312. Dasselbe auch in Nov. Act. Acad. Leopold. Carol. natur. curios. vol. XXV, pars posterior (1855), p. 591.

1868. *Saccorhiza dermatodea* (De-Lap.) J. Ag. Spetzb. alg. Till., p. 31.

1875. *Saccorhiza dermatodea* (De Lap.) Aresch. Observ. Phyc. III, p. 11, et Alg. Scand. exsicc. fasc. V, № 213 (sub *Laminaria lorea* Bory).

1877. *Saccorhiza dermatodea* (De Lap.) J. Ag. — Kjellmann, Spetsb. Thallophyt. II, p. 14 und Ueb. d. Algenveget. d. Murm. Meer. S. 36.

III. VASCULARES.

Gen. **Laminaria** (Lamour.) J. Ag.

De Lamin. symb. p. 7 et sequent.

Laminaria cuneifolia J. Ag.

De Laminar. symbol., p. 10; Grönl. Lam. och Fucac., p. 14.

Exsicc. Ex Mus. Bot. Holm. (Diese Exemplare sind bei Grönland von Dr. Berggren und Dr. Öberg gesammelt und durch J. Agardh selbst als solche bestimmt).

Ich rechne zu dieser von J. Agardh zuerst festgestellten Art einzelne Probenstücke von einer Laminaria-Form, welche K. Mereschkowski im Jahre 1877 von den Solowetzki-Inseln mitgebracht hatte, weilsie dieser Art näher, als irgend einer andern zu stehen scheint, nicht allein der Beschreibung nach (vergl. J. Ag. Grönl. Lam. och Fuc., p. 14), sondern

1) Sowie auch alle andere aus demselben Meere herstammenden Formen der Laminarien-Gruppe des akademischen Herbars von Ruprecht, welche alle aus diesem Herbar augenblicklich bei Herrn Dr. Rostafinski sich befinden.

auch durch das Vergleichen mit den von J. Agardh selbst bestimmten Exemplaren (die obencitirten Exsiccata). Indem ich nun hier die Thatsache allein constatire, will ich damit gar nicht die Frage berühren in wie weit die Merkmale, durch welche J. Agardh diese Form charakterisirt, genug wesentlich sind, um sie als eine selbstständige Art von der ihr sehr nahe stehenden *Laminaria saccharina auct.* zu trennnen, für welche letztere sie früher angesehen wurde.

Laminaria caperata J. Ag.

Spetsb. alg., p. 5. Tillägg, p. 28. Grönl. Lamin. och Fucac., p. 15.

Mehrere Exemplare dieser Form hat A. Grigorieff im Jahre 1876 von den Solowetzki-Inseln mitgebracht.

Der Stamm ist seiner ganzen Länge nach solid — (welches Merkmal nach J. Agardh, Grönl. Lam. och Fuc. l. c., als ein Unterscheidungs-Merkmal dieser Art von der *Lamin. longicruris Delap. et auct.* zu betrachten ist) — und erscheint nur etwas kürzer als das Laub (erreicht nur bis $^2/_3$ des Laubes). Der Bau des Laubes ist ein ebensolcher wie bei der von mir gesehenen, von den Küsten Grönlands stammenden *Laminaria longicruris* (Ex Mus. Bot. Holm.; gesammelt von Dr. Berggren und Dr. Oeberg und bestimmt durch J. Agardh[1]).

Laminaria digitata (L.) Lamour.

Essai etc., p. 22. Kjellm. Ueb. die Algenveget. d. Murm. Meer. S. 38—40.

Bis jetzt waren mir nur im Weissen Meere bei den Solowetzki-Inseln von A. Sokoloff und A. Grigorieff gesammelte Exemplare dieser Form, wo sie oft vorkommen soll (A. Grigorieff) zugänglich[2]).

---

1) Ich meine, dass im genannten Falle, wie ich das auch weiter bei der *Lamin. digitata* Lamour. anführe, das gegenseitige Verhältniss der Dimensionstheile, d. h. der Länge des Stammes zu der des Laubes, kaum beim Unterscheiden der Arten berücksichtigt werden kann (dasselbe scheint auch bei allen Formen aus den Gattungen *Laminaria* J. Ag. und *Orgyia* Stackh. = Alaria auct. zu gelten). Was nun das andere Unterscheidungsmerkmal der *Laminaria longicruris* von *Laminaria caperata* anbelangt, nämlich die Anwesenheit bei der erstgenannten Form einer röhrenförmigen Höhle, die sich in dem oberen Theile des Stammes bildet, so scheint J. Agardh selbst diesem Unterschiede keine besondere Bedeutung zuzuschreiben und daher bereit ist diese beiden Arten als nur verschiedene Formen einer und derselben Species anzusehen (Spetsb. alg. p. 6), obschon er andererseits auch erwähnt (Tillägg. l. c.), dass Dr. Berggren, welcher diese Verschiedenheit in der Structur des Stammes bei den beiden Formen während seines Aufenthalts auf Spitzbergen in Aussicht hatte, constatirt, dass bei der *Laminaria caperata* dieses Merkmal mit einer bemerkenswerthen Beständigkeit vorkommt. Aber auch diese Angabe kann selbst wenn sie auf einer richtigen Beobachtung beruht, meiner Ansicht nach, keine entscheidende Bedeutung in der gegebenen Frage gewinnen. Ein hierauf passendes Beispiel aus der Gattung *Orgyia* Stackh., welches weiter unten angeführt ist, bringt mich zu der Ueberzeugung, dass die Art *Lam. longicruris* ganz zu streichen ist und die unter diesem Namen verstandenen Formen zu der *Laminaria caperata* J. Ag. zugezählt werden müssen, weil man im entgegengesetzten Falle die weiter erwähnte *Orgyia* mit einer tonnenartig-gegliederten Rippe dann ebenfalls als eine besondere Art ansehen müsste.

2) Diese Form wird für das Weisse Meer auch in Ill. Alg. von Post. et Rupr. S. II, tab. XII angeführt.

Ich verstehe unter dem angeführten Namen sowohl die Form, welche Dr. Kjellmann (l. c. S. 38) als seine f. *typica* bezeichnet, als auch diejenige, welche er f. *complanata* benennt (l. c. vergl. auch «Kariska hafv. Algv. S. 26). Der Grund, welcher mich dazu veranlasst ist der, dass das mehr oder wenige Plattwerden des Stammes bei dieser Form dermassen variirt, dass es unmöglich ist, darin irgend ein Unterscheidungsmerkmal zu finden, wie es aus der untenfolgenden Tabelle ersichtlich wird; dasselbe gilt auch von dem gegenseitigen Verhältnisse der Länge des Stammes zu der des Laubes: auch hier ist nichts Bestimmtes wahrzunehmen.

Die Länge des Stammes.	Die Länge des Laubes.
1) Bis 40 Ctm. Dem grössten Theile seiner ganzen Länge nach abgeplattet, nämlich auf circa 30 Ctm. oder $^3/_4$ seines oberen Theiles.	Bis 40 Ctm.
2) Bis 7 Ctm. Seiner ganzen Länge nach abgeplattet.	Ueber 60 Ctm.
3) Bis 9 Ctm. Nur in seiner oberen Hälfte abgeplattet.	Ungefähr 50 Ctm.
4) Bis 20 Ctm. Etwas abgeplattet (im Querschnitte oval) nur in seiner oberen Hälfte.	Bis 60 Ctm.
5) Bis 10 Ctm. Kaum abgeplattet.	Bis 35 Ctm.
6) Bis $3^1/_2$ Ctm. Kaum abgeplattet seiner ganzen Länge nach.	Ungefähr 32 Ctm.
7) Bis 24 Ctm. Etwas abgeplattet nur in dem oberen Viertel seiner Länge.	Bis 67 Ctm.

Gen. **Orgyia** Stackh.

Ner. Brit. Edit. II (1816), p. VIII et XI (*Alaria* Grev. Alg. Brit. (1830), p. 25).

Orgyia pinnata (Gunn.)

Fucus pinnatus Gunner in Act. Nidros. (Drontheim) IV, tab. 8, fig. I; et in *Flora Norvegica*, Nidrosiae, 1766, p. 96, № 313.

Ceramium esculentum Stackh. Ner. Brit. (1801), p. XXIV.

Orgyia esculenta Stackh. Ner. Brit. Edit. II (1816), p. XI, tab. XX.

Alaria Pylaii De la Pyl. et J. Ag. — J. Agardh, Grönl. Lamin. och Fucac. (1872), p. 20.

Orgyia pinnata (Gunn.) Chr. Gobi in den Sitzungsberichten (Protokoll) der Botan. Section vom 3./15. Decemb. 1877 der St. Petersb. Naturforsch. Gesellschaft. Tome VIII.

Orgyia pinnata (Gunn.); Rostafinski in einer brieflichen an mich gewendeten Mittheilung vom 29 December 1877 (9 Januar 1878).

Eine ziemlich grosse Anzahl von Exemplaren dieser Pflanze ist von A. Grigorieff im Jahre 1876 von den Solowetzki-Inseln mitgebracht; dieselbe steht der Form f. *membranacea* J. Ag. am nächsten (l. c.)[1]).

Anmerkung. Im Herbar des Botanischen Museums der St. Petersburger Universität sind zwei in nördlichen Meeren von Postels (ohne genaue Angabe des Fundorts gesammelte und einander vollkommen gleiche Exemplare von *Orgyia* (*Alaria esculenta* benannt) vorhanden, die sich nur darin unterscheiden, dass bei dem einen derselben die Laub- oder Blattrippe (*costa*, die wie bekannt eine Fortsetzung des Stieles oder Stammes selbst ist) aufgeblasen — gegliedert erscheint, wobei an jeder Zergliederungsstelle eine Einschnürung in Form einer soliden Wand vorhanden ist. Dadurch bekommt die Blattrippe ein äusseres Ansehen, welches z. B. dem eines *Scytosiphon lomentarius* J. Ag., oder *Lomentaria clavellosa* Gaill. und anderen Algen von dergleichen Form nicht unähnlich ist.

Ich führe dieses Beispiel an nur um zu zeigen, dass die Aufblähung der Rippe oder des Stieles — was eigentlich dasselbe ist — keinen irgend welchen specifischen Werth erhalten kann (vergl. das oben bei *Laminaria caperata* J. Ag. Angeführte).

In Illustrationes Algarum von Postels und Ruprecht (S. II) werden für das Weisse Meer noch folgende Laminaria-Formen erwähnt: *Laminaria saccharina* Lamour. — ohne genaue Angabe des Standorts, — *Lam. apoda* und *Lam. Phyllitis* für Tri-Ostrowo.

Bis jetzt ist es mir nicht gelungen eine typische *Lamin. saccharina* (L.) Lamour. aus dem Weissen Meere zu sehen. Dr. Rostafinski schreibt mir jedoch, dass er ein einziges Exemplar einer Pflanze gesehen, welcher er den Namen *Lamin. saccharina* var. *septentrionalis* Rstf. beilegt, und welche von einem Herrn Solowieff «im Weissen Meere» gesammelt worden und durch Herrn Rosanoff an Dr. Le-Jolis abgetreten ist; dieses Exemplar befindet sich in Le-Jolis's Sammlung. Ebensowenig habe ich eine aus dem Weissen Meere herstammende und der *Laminaria saccharina* Lamour. sehr nahestehende *Lamin. Phyllitis* (Stackh.) Lamour. gesehen[2]). Was die zum ersten Male in Illustr. Alg. von Postels und

---

1) Die für das Weisse Meer in Illustr. Algar. von Post. et Rupr. S. II erwähnte *Alaria esculenta* Grev. scheint hierher zu gehören. Ausserdem findet sich an einer Etiquette des Herbars von Ruprecht eine Andeutung darauf, dass eine ähnliche Form von C. v. Baer im Jahre 1840 bei Tri-Ostrowo gesammelt worden ist.

2) Einige Autore betrachten sie als eine Varietät der *Lamin. saccharina* (L.) Lamour., wie z. B. Le-Jolis (List. des alg. mar. de Cherb. S. 91).

Ruprecht und nur dem Namen nach erwähnte *Lamin. apoda* anbetrifft, so ist diese «neue» Form nirgends später von ihnen beschrieben worden, und ist also dieser Name als nichts bezeichnend ganz aus der Namenclatur auszuschliessen.

V. Chlorosporeae.

Fam. Ulvaceae.

Gen. **Monostroma** (Thur.) Wittr.

Thur. Not. sur les Ulv. p. 29. Wittr. Monostr. p. 15.

Monostroma fuscum (Post. et Rupr.) Wittr.

Wittr.; l. c. p. 53, fig. 13.
Ulva fusca Post. et Rupr. Illustr. Alg. p. II und 21 et Herb. Acad. Petropol.
Ulva sordida Aresch. Alg. Scand. exsicc. fasc. II et III (ser. nov.) № 120; — in Rabenh. Alg. Europ. № 1606.

Bei Tri-Ostrowo von C. v. Baer, im Jahre 1837, und bei den Solowetzki-Inseln — von A. Grigorieff, im Jahre 1876 gesammelt.

Von der Küste des nördlichen Eismeeres stammende Exemplare sind von A. v. Middendorff aus der Schuretzkaja-Bucht und Teriberskaja-Bucht (Russ. Lappl.) im Jahre 1842 mitgebracht.

Monostroma lubricum Kjellm.

Spetsb. Thall. II. p, 48., Tab IV, f. 8—9.

Bei Swiatoi-Noss (Russ. Lappl.) von W. Nylander im Jahre 1844 gesammelt.

Monostroma Grevillei (Thur.) Wittr.

Enteromorpha Grevillei Thur. Not. sur les Ulv. p. 25.
Ulva Grevillei (Thur.) Le-Jol. List. d. alg. p. 37..
Exsicc.—Aresch. Alg. Scand. № 121 fasc. II. et III (ser. nov.) sub Ulva Lactuca Ag. Rabenh. Alg. Europ. № 1518! (sub Enteromorpha Grevillei Thur.) et № 1607 (sub Ulva Lactuca L.)

Solowetzki-Inseln (A. Grigorieff, 1876). Das kleinste Exemplar ist $3^1/_2$ Ctm., und das grösste bis 10 Ctm. lang.

Gen. **Ulva** (L.) Le-Jol.

List. des Alg. mar. de Cherb .p. 33 et sequent.

Ulva Enteromorpha Le-Jol.

Le-Jol. l. c. p. 42.

Von allen bis jetzt im Weissen Meere gefundenen Exemplaren dieser Pflanze stellt es sich heraus, dass sie dort, wie auch überall, in äusserst mannigfaltigen Formen vorkommt: angefangen von ziemlich breiten, abgeplatteten, unverzweigten, sich nach dem röhrenförmigen basalen Theile hin allmählig verschmälernden, wie z. B. die Exemplare, welche bei den Solowetzki-Inseln von K. Mereschkowski gesammelt sind, — von denen einige zu der var. *lanceolata* Le-Jol. (l. c.) zugezählt werden können, während andere, schmälere, sich mehr der var. *intestinalis* Le-Jol. (l. c. p. 46) nähern, — bis zu den äusserst schmalen (von haardünner Breite und sogar noch schmäler, z. B. weniger als $^1/_2$ Millm. breit) mehr oder weniger hauptsächlich in ihren basalen Theilen verzweigten Formen, welche alle zu der var. *compressa* Le-Jol. zugezählt werden müssen. Unter allen diesen Formen giebt es allerlei Uebergänge wie in Bezug auf die Verzweigung, so auch in Bezug auf die Breite des Thallus. Schon Ruprecht, der die Mehrzahl dieser Formen als zu der sogenannten *Enteromorpha compressa auct.*[1]) gehörig ansah (wie sich aus einigen Etiquetten seines Herbars herausstellt), gab zu, dass sie mit Recht als *Enteromorpha intestinalis* Link angesehen werden dürften.

Die Formen, welche sich der erwähnten var. *lanceolata* Le-Jol. anschliessen, sind bis jetzt nur bei den Solowetzki-Inseln (von K. Mereschkowski) gesammelt; die grössten dieser Exemplare sind von 80 Ctm. lang und von 13 Millm. in ihrem breitesten Theile breit. Viel schmälere Formen (die grösste Breite bis 6 Mllm., öfters aber nicht mehr als 3 Mllm. und sogar noch schmäler, nnd von einer Länge bis 20 Ctm.) mit einer Anlage von Zweigen an ihrer Basis, die der var. *compressa* Le-Jol. angehören, stammen auch von den Solowetzki-Inseln (A. Grigorieff); derartige Formen, aber nur viel kürzere und fast ganz astlose sind bei der Insel Golaja-Koschka von A. Middendorff (1842) und C. v. Baer (1840) gesammelt; und vielmehr verzweigte von dem letztgenannten Forscher — an der östlichen Küste des Weissen Meeres, unter $65^1/_2{}^\circ$ nördl. Breite, auf Klippen gesammelt. Die letzterwähnten Formen sind nur an ihrer Basis verzweigt, wobei die Zweige äusserst schmal, fast haardünn sind[2]); dadurch bilden sie einen Uebergang zu einer vollkommen haardünnen und auch an ihrer Basis sich verzweigenden *compressa*-Form, die von C. v. Baer bei der Insel Golaja-Koschka (1840) gesammelt wurde.

---

1) Unter welchem Namen diese Pflanze für das Weisse Meer auch in Illustr. Algar. von Post. et Rupr. S. II angegeben wird.

2) Diesen Exemplaren sehr ähnliche *compressa*-Formen in Betreff der Grösse, Breite und Verzweigung des Thallus, fand ich während des vergangenen Sommers, 1877, in grosser Menge auch im Finnischen Meerbusen, nämlich bei Reval (Catharinenthal).

Aeusserst feine und dabei sehr schwach verzweigte compressa-Formen sind auch bei Sosnowetz (von C. v. Baer, 1840) und A. v. Middendorff, 1842) gesammelt. Im akademischen Herbar von Ruprecht befinden sich auch noch sehr kurze, schmale und wenig verzweigte compressa-Formen aus dem nördlichen Eismeere, wie z. B. von Nowaja-Semlja (C. v. Baer), vom Cap-Saitzin, Cap-Tschërnoi (Klein Samoj. Land); nach Ruprecht's Angabe fand er diese Formen in den beiden letztgenannten Orten im Brackwasser (aqua semisalsa). Endlich, sehr viele Exemplare derselben Form von mannigfaltiger Thallusbreite, jedoch nicht breiter als wie 5 Mllm. und bis zu haardünner Breite, sind von Ruprecht (1841) bei Cap-Mikulkin (Kanin-Land) und an der südlichen Ufer der Insel Kolguew, auf Holzpfählen gesammelt worden.

Einer typischen aus dem Weissen Meere herstammenden *Ulva Enteromorpha* Le-Jol. var. *intestinalis* Le-Jol. habe ich bis jetzt nicht gesehen; doch hege ich die Ansicht, dass auch sie im genannten Meere vorkommen mag.

Ulva micrococca (Ktz.) Ch. Gobi.

U. fronde tubuloso-subcompressa, simplici vel perraro breviter ramosa, basi attenuata, sursum dilatata et apice aut abrupte obtusa aut denuo aliquantulum attenuata, obtusiuscula. Cellulis a superficie visis *minutissimis* angulosorotundatis in membranam indefinite areolatam conjunctis.»

Hab. Lapponia Rossica; in fossis aqua marina inundatis legit C. Baer.

Enteromorpha micrococca Ktz. Tab. Phyc. Band VI (1856), S. 11, tab. 30 f. II; et in Exsicc. Le-Jolis, Alg. mar. de Cherb. № 168.

Ulva Enteromorpha Le-Jol. var. γ intestinalis f. ? *h.* micrococca (Ktz.) Le-Jol. — List. des alg. mar. de Cherb. p. 47.

Enteromorpha minima Naeg.-Ktz. Spec. alg. p. 482 et Tab. Phycol. l. c. tab. 43 f. III.

Enteromorpha minima Naeg. f. glacialis Kjellm. — Ueb. d. Algenveget. d. Murm. Meer. S. 50; et in Wittr. et Nordst. Alg. Exsicc. fasc. I, № 43.

Die besprochene, von C. v. Baer an der russisch-lappländischen Küste gesammelte Pflanze, welche zu den Enteromorpha-Formen der im Sinne von Le-Jolis gefassten Gattung *Ulva* Le-Jol. angehört, ist mit der angegebenen № 168 Hebars Le-Jolis sowohl ihrem äusseren Ansehen nach (Grösse, Breite), als auch — und das ist die Hauptsache — in ihrem anatomischen Baue (vergl. Kütz. Tab. Phyc. l. c. tab. 30 f. II, *c* und tab. 43, f III, *m*) vollkommen übereinstimmend; nur erreichen manche von den erwähnten russisch-lappländischen Exemplaren eine viel bedeutendere Länge, als gewöhnlich angegeben wird

(vergl. Kütz. l. c. so wie auch Le-Jol. l. c.); sie sind nämlich bis 15 Ctm. lang.[1]) Demgemäss erscheint also diese Alge gar nicht so klein, wie man bisher angenommen hat und wären also die Worte parvula, pusilla oder minima, mit denen man diese Pflanze zu charakterisiren suchte, als ziemlich unrichtig gebrauchte zu streichen.

Gewöhnlich stellt die Pflanze einen ganz einfachen, röhrenförmigen und etwas abgeplatteten Thallus dar; in seltenen Fällen jedoch sind sehr kurze, so zu sagen, kaum anlegende Zweige aufzufinden. Ich mache diese Bemerkung um damit nicht ganz übereinstimmende Angaben, welche man in dieser Hinsicht über diese Pflanze findet, zu vereinigen; in der Diagnose von Kützing (Tab. Phyc. Band VI, S. 11) heisst es «simplex» und bei Le-Jolis (l. c.) — intricato — diffusa, womit auf eine Verzweigung angedeutet wird; eine ähnliche Andeutung ist auch auf der Etiquette der lappländischen Exemplare von Ruprecht gegeben, wo steht: »etiam fronde divisa occurit, at non diramificata«. Wenn wir uns ganz analoger Fälle, welche in dieser Hinsicht bei den so vielgestaltigen Formen der *Ulva Enteromorpha* Le-Jol. (vv. lanceolota, intestinalis, compressa) so oft vorkommen, erinnern, so wird es gar nicht so auffallen, dass dieselbe Erscheinung in eben solcher Weise auch hier stattfinden kann und gewiss stattfindet; die sogenannte *Enteromorpha minima* Naeg. z. B. (Kütz. Spec. et Tab. l. c.), die ich hierzu rechne, wird schon als «*apice saepe ramellifera*» angegeben.

Mit der *Ulva Enteromorpha* Le-Jol. var. *intestinalis* Le-Jol. kann die angeführte Pflanze in keinem Falle zusammengestellt werden, wie es Le-Jolis obschon provisorisch thut (dabei ein ? stellend)[2]), denn ausser ihrer äusseren Gestalt, nach welcher sie mit einer der schmäleren Formen der ebengenannten Varietas verwechselt werden könnte, hat sie mit der letztgenannten Pflanze nichts Gemeinschaftliches und ist von ihr, so wie auch von allen übrigen zur Gattung *Ulva* Le-Jol. gehörenden Enteromorpha-Formen durch ihre verhältnissmässige viel kleinere Zellen sogleich sehr leicht zu unterscheiden; darauf wird von allen Forschern, die diese Pflanze vor sich hatten, ganz besonders hingewiesen[3]).

Indem nun diese Pflanze durch die besondere Kleinheit ihrer Zellen ziemlich nahe zu der *Ulva aureola* Ag. (Enteromorpha aureola (Ag.) Kütz) steht[4]), von der sie doch durch eine ganz andere Anordnung dieser Zellen sich unterscheidet, besitzt sie mit der letzt-

---

1) Obschon die Exemplare der erwähnten Pflanze im akademischen Herbar von Ruprecht alle ziemlich verwirrt durch einander liegen, so sind dennoch unter ihnen auch solche vorhanden, die die Möglichkeit geben, sie ihrer Länge nach zu verfolgen.

2) Er gesteht auch selbst, dass er im Unklaren ist über die eigentliche Stellung dieser Alge in der Serie der Ulven (l. c. S. 48).

3) Bei Kützing (Tab. Phyc. l. c. S. 11) heisst es: «cellulis monogonimicis, minimis». Unter allen Enteromorpha-Formen, die wir in den Werken von Kützing aufgezählt finden, giebt es deren nur drei, denen er sehr kleine Zellen zuschreibt; es sind nämlich die *E. micrococca* Ktz., *E. minima* Naeg. und *E. aureola* Ktz. Bei Le-Jolis (l. c.) finden wir auch eine Erwähnung über die Zellengrösse bei dieser Pflanze mit den Worten: «cellulis minoribus». Ruprecht, welcher die erwähnten lappländischen Exemplare als eine *Enteromorpha intestinalis* betrachtete, bemerkte jedoch auf der Etiquette: «*areolatio minutissima*». Man sieht also, dass die besondere Kleinheit dieser Zellen allen Forschern so sehr in's Auge fiel, dass jeder von ihnen sogleich darauf seine Aufmerksamkeit richtete.

4) C. Agardh, Icon. alg. europaear. pl. 29; Kützing, Tab. Phyc. Band VI, tab. 40, f. 3, *d*!

genannten Art das beiden in gleichem Maasse eigene Vermögen, dass nämlich in gewissem Zustande die Zellenwandungen stark aufquellen — eine Eigenschaft, die so viel ich weiss, bei keiner andern bls jetzt bekannten Enteromorpha-Form vorkommt[1]), oder wenigstens nicht in einem solchen Grade. Diese Erscheinung ist in dem Umstande zu suchen, dass die beiden Pflanzen unter ganz gleichen Lebensbedingungen vegetiren, denn man findet sie nur an solche Stellen, welche sehr nahe der Oberfläche des Wassers liegen; daher kommt es aber, dass sie zu Zeiten entweder ganz unter Wasser sind oder wenigstens sehr stark damit befeuchtet werden, oder zu Zeiten fast ganz ausser dem Wasser stehen.[2]) Im ersteren Falle vegetiren sie sehr stark; dabei erscheinen die Zellen so sehr mit Chrolophyllplasma ausgefüllt, dass die dünnen Zellenwandungen der aneinander gränzenden Zellen, oft kaum bemerkbar sind; im letztgenannten Falle aber, wo diese Pflanzen etwas ausgetrocknet erscheinen, fangen die Zellmembranen an stark aufzuquellen, wobei die Zelllumina noch kleiner als gewöhnlich werden; in diesem Zustande nimmt die Pflanze ein ganz anderes äusserliches Ansehen an: für's blosse Auge erscheint sie nicht so dunkelgrün, wie im ersteren Falle, unter Microskop fixirt — aus sehr kleinen Zellen zusammengesetzt, deren Lumina zu den verhältnissmässig sehr dicken und stark lichtbrechenden Wandungen ganz besonders auffallend klein erscheinen. Dieser Zustand ist es, in welchem Kützing seine *Enterom. micrococca* Ktz., von der er im Texte (l. c.) sagt: «*cellulis monogonimicis minimis*», auf der Tafel 30 (der Tab. Phyc. Band IV.) f. II., *c* abbildet; auch auf der Tafel 43, f. III, *l* ist dieser Zustand für die *Enter. minima* Naeg., obschon nicht so deutlich wie auf der erstgenannten Tafel, wahrzunehmen; doch ist es kaum zu zweifeln, dass es dieselbe Pflanze ist, da Kützing für sie fast ja dieselbe Diagnose stellt, indem er sagt: «cellulis *monogonimicis*, gonidiis minutissimis»[3]).

Andererseits findet man diese Pflanzen nach allen hieher gehörenden Angaben, ganz unter gleichen Lebensbedingungen vegetirend. So sagt z. B. Kützing über die *Ent. minima* Naeg.: «ad rupes marinas» (bei Helgoland). Kjellmann (l. c.), der eine ähnliche Form bei Nowaja-Semlja gefunden und die er der soeben erwähnten *Ent. minima* Naeg. am nächsten stehend ansieht, fügt hinzu, dass sie sehr dichte, dunkelgrüne, kaum 1 Ctm. dicke Rasen bildete in einer Ausdehnung von mehreren Fuss an allmählig gegen die Oberfläche des Meeres sich neigenden, flachen Klippen, welche während der Ebbe entblöst lagen oder nur von Zeit zu Zeit von den Schwallwogen überspült wurden. Diese Pflanze ist in dem von Wittrock und Nordstedt herausgegebenem Herbar (Alg. Exsicc. fasc. I, № 43) vertheilt;

1) Von den grosszelligen Formen würde vielleicht dasselbe bei den sogenannten *Enteromorpha Ralfsii* Harv. (Phyc. Brit. III, pl. 282) und *Enterom. Hopkirkii* M'Calla (Harv. l. c. pl. 263) der Fall sein; doch sind mir diese Pflanzen gar nicht bekannt.

2) Die *Ulva aureola* Ag. ist mir sehr gut aus dem Finnischen Meerbusen bekannt, wo ich sie unter den angegebenen Lebensbedingungen an der esthländischen Küste oft und wiederholt beobachtet habe: das erste Mal noch im Jahre 1873 und das letzte Mal während des vergangenen Sommers 1877. Längs der genannten Küste scheint diese Pflanze ziemlich verbreitet zu sein.

3) Unter dem Worte «monogonimischer Zellenkern» oder «Kernzelle» verstand Kützing (Phyc. gener. S. 50—51) solche Zellen, deren Membran eine gallertartige Consistenz annehmen, d. h. aufquellen kann, wie z. B. bei den Palmellaceen, Nostochineen, Rivularien, Bangia, Ulotricheen und vielen anderen.

nachdem ich sie gesehen, scheint es mir, dass sie kaum zu einer andern Fom als zu der der erwähnten *Ent. micrococca* Ktz. zuzuzählen ist, denn obschon ich bei ihr nicht immer dickwandige Zellen gefunden, was davon herrühren mag, dass die Pflanze in ihrem befeuchteten Zustande d. h. im welchem sie am lebhaftesten vegetirte, gesammelt war (verg. Kjllmann, l. c.), so traf ich dennoch manche Stellen am Thallus, wo eine der *Ent. micrococca* Ktz. sehr ähnliche Structur wahrzunehmen war.

Was nun diejenige Pflanze anbetrifft, der Kützing den Namen *Enterom. micrococca* Ktz. beilegte, und die zum ersten Mal bei Dieppe (an der Küste von Frankreich) aufgefunden wurde, so finden wir bei Le-Jolis z. B. folgende Angaben (l. c. S. 47): «Forme abondante sur les murs de clôture des parcs aux huitres.», und etwas weiter (S. 48) « . . . elle forme des tapis serrés et crépus sur les pierres recouvertes pendant *peu d'instants* á chaque marèe.» Endlich ist auf der Etiquette der lappländischen Exemplare angegeben: «in fossis aqua marina inundatis.»

Nach allen diesen Angaben, die so sehr mit einander übereinstimmen, ist es kaum anders anzunehmen, dass die *Ent. minima* Naeg. und *Ent. micrococca* Ktz. nur verschiedene Formen einer und derselben Art darstellen die in verschiedenen Zuständen auftreten kann und für die ich den mehr charakteristischen Namen *micrococca* beibehalte.

Fam. Cladophoreae.

Gen. **Cladophora** Ktz.

Phyc. gener. p. 262.

Cladophora rupestris (L.) Ktz.

Ktz. Phyc. gener. p. 270; Spec. alg. p. 396 et Tab. Phycol. Band VI, tab. 3, fig. I.
Exsicc. Aresch. Alg. Scand. fasc. I, № 18, fasc. II et III (ser. nov.) № 126 et fasc. VI (ser nov.) № 269 (sub *Conferva rupestris* L.).
Hohenacker, Alg.mar. sicc. fasc. III, № 102.
Rabenh. Die Alg. Europ. №№ 711 et 1864.
Le-Jolis. Alg. mar. de Cherb. № 47.
In herb. Akadem. Petropol. sub *Conferva rupestris* L., unter welchem Namen diese Pflanze für das Weisse Meer auch in Illustr. Alg. (S. II) von Post. et Rupr. angeführt ist.

Die von den Solowetzki-Inseln stammenden Exemplare sind von K. Mereschkowski (1877) gesammelt, von der Insel Golaja-Koschka — von C. v. Baer (1840) und von Tri-Ostrowo — von C. v. Baer (1840) und A. Goebel (1869).

Im akademischen Herbar ist diese Art auch noch von folgenden Stellen des nördlichen Eismeeres vorhanden: Nowaja-Semlja — C. v. Baer (1837); Semi-Ostrowo (an der russ.-lappl. Küste) — W. Nylander (1844); Cap Barmin, Saitzin-Noss, Kanin-Land, Cap Mikulkin, Swiatoi-Noss (Kl. Samoj.-Land) — Ruprecht (1841).

Cladophora arcta (Dillw.) Ktz.

Conferva arcta Dillw. Brit. Conf. p. 67, Suppl. t. E.
Kütz. Phyc. gen. p. 263. Spec. alg. p. 417.
Exsicc. Aresch. Alg. Scand. fasc. II et III (ser. nov.) № 129; fasc. VII et VIII № 334 (sub *Cladophora arcta* Dillw.). Rabenh. Die Alg. Europ. № 1603. Le-Jol. Alg. mar. de Cherb. № 145.

Die Exemplare stammen von den Solowetzki-Inseln, wo sie von A. Grigorieff (1876) und K. Mereschkowski (1877) gesammelt sind.

Cladophora crispata (Roth) Rabenh.

Rabenh. Fl. Europ. Alg. S. 333 und 336. Aresch. Alg. Sand. fasc. VI (ser. nov.) № 274 sub *Conferva crispata* Roth. In herb. Akadem. Petropol. sub *Conferva spec.*

Bis jetzt nur bei der Insel Golaja-Koschka zusammen mit der weiter besprochenen *Ulothrix submarina* Ktz. und *Rhizoclonium rigidum* mihi — von C. v. Baer (1840) gesammelt; doch wird, wahrscheinlich, diese Art auch an vielen anderen Stellen des genannten Meeres vorkommen.

Im akademischen Herbar von von Ruprecht sind noch einige aus dem Weissen Meere herstammende Exemplare aus der Gattung *Cladophora* Ktz. vorhanden, die aber nicht näher bestimmt werden können, da sie sich bis zur Unkenntlichkeit verändert haben. Diese Formen sind bei Tri-Ostrowo (Baer's Exped., 1840; Middendorff, 1842), Ponoi (Middendorff, 1842) und in der Bucht von Candalax (Nylander, 1844) gesammelt worden. Selbst Ruprecht gesteht von manchen dieser Formen, dass sie «vix determinabiles» sind.

In Illustr. Algarum von Postels und Ruprecht, S. II, wird für das Weisse Meer, nämlich für Tri-Ostrowo, über eine *Conferva fracta*, ohne Angabe des Autornamens erwähnt. Wenn damit die Dillwyn'sche Conferva fracta gemeint sein sollte (Dillw. Brit. Conf. tab. XIV; vergl. weiter unter Rhizoclonium rigidum mihi), so würde sie gegenwärtig *Cladophora fracta* (Dillw.) Ktz. heissen. Doch habe ich diese Form weder im genannten Herbar von Ruprecht, noch in anderen von dem Weissen Meere stammenden Algensammlungen, die mir überhaupt zur Verfügung standen, gesehen.

Fam. Confervaceae.

Gen. **Rhizoclonium** Ktz.

Phyc. gener. S. 261 und Phyc. germ S. 205.

Rhizoclonium rigidum Ch. Gobi.

Forma identica in Herb. Aresch. Alg. Scand exsicc. fasc. VI (ser. nov.), № 273, sub nomine *Conferva fracta* Dillw. f. *longissima*, *subsimplex* distributa.

Bei der Insel Golaja-Koschka, im Weissen Meere, gesammelt von C. v. Baer (1840) unter *Cladophora crispata* (Roth) Rabenh. und *Ulothrix submarina* Ktz.[1]).

Indem ich nun hier die vollkommene Identität der aus dem Weissen Meere herstammenden Pflanze mit der unter dem Namen *Conferva fracta* Dillw. f. *longissima*, *subsimplex* im Herbar von Areschoug vertheilten Form, № 273 [2]), constatire, muss ich dabei auch bemerken, dass die Dillwyn'sche Pflanze, auf welche sich die genannte № 273 des Herbars von Areschoug bezieht, hierzu nicht im geringsten passt, weil die Form, welche Dillwyn für *Conferva fracta* Dillw. ansah und abbildete (Brit. Conf. tab. XIV) eine echte *Cladophora* Ktz. ist, zu der sie auch Kützing rechnete[3]); übrigens kann man sich schon durch die Abbildung, welche Dillwyn selbst für die unter diesem Species-Namen von ihm gemeinte Form giebt, davon überzeugen.

Was nun die unter № 273 des Herbars von Areschoug vertheilten Pflanze anbetrifft, welche, wie schon gesagt, der aus dem Weissen Meere herstammenden vollkommen gleicht, so ist sie gar keine *Cladophora* Ktz., sondern ein *Rhizoclonium* Ktz., da sie aus langen geradliniegen Fäden besteht, die ein intercalares, aber kein Spitzenwachsthum besitzen. Die Zellen theilen sich hier nämlich durch eine Querwand in 2 Tochterzellen, die ursprünglich bis 2 Mal so lang als breit sind; nachdem sie aber bis $1^1/_2$ so gross als ihre ursprüngliche Länge gewachsen (d. h. 3 Mal länger als breit geworden sind), theilt sich jede derselben wieder in 2 Zellen und s. f. Die Form dieser Zellen ist eine cylindrische: in der Flächenansicht erscheinen sie als ganz genaue, etwas verlängerte Vierecke, in denen das Chlorophyllplasma sich ganz gleichförmig zu vertheilen scheint. Die Zellen erreichen eine grösste Länge bis 0,117 *mm* = 28 Micro-Mllm. (bei Ocular № 2 und System № 7 von Hartnack) bei der grössten Breite bis 0,038 *mm* = 9 Micro-Mllm., doch kommen zuweilen auch schmälere Fäden (= Zellen) vor, die z. B. nur bis 0,026 *mm* = 4 Micro-Mllm. breit sind bei einer dem entsprechend grössten Länge der Zellen (0,0798 *mm* = 19 Micro-Mllm.). Unter diesen Extremen in der Breite sind allerlei Zwischenstufen vorhanden. Die Fäden sind meistentheils einfach und nur in höchst seltenen Fällen besitzen sie sehr kurze Seitenzweige.

Nach der Angabe von E. Kleen (Nordl. alg. S. 45) zu urtheilen, kommt diese Form auch an der nördlichen norwegischen Küste des Eismeeres vor, da Kleen sich auf dieselbe № 273 des Herbars von Areschoug bezieht, indemer diese Pflanze nur unter dem Namen *Cladophora fracta* (Dillw.) anführt.

Von allen bis jetzt beschriebenen Rhizoclonium-Arten steht diese Form durch die Dicke ihrer Zellwandungen dem *Rhizocl. pachydermum* Kjellm.[4]) am nächsten (doch kommen

---

1) Alle diese drei ebengenannten Formen befanden sich im akademischen Herbar von Ruprecht unter einem gemeinschaftlichen Namen *Conferva spec?*

2) Diese Form ist an der schwedischen Küste im Brakisch-Wasser bei Längedrag, unweit Götheborg, gefunden.

3) Vergl. Kütz. Spec. alg. S. 40 und Tab. Phyc. Band IV, tab. 50; so wie auch Rabenh. Fl. Europ. Alg. III, S. 333 u. 334, und Alg. Europ. № 1278.

4) Kjellm. Ueb. d. Algenveget. des Murm. Meer. S. 55, Fig. 27.

zuweilen auch solche Zellen, die nicht so dicke Wandungen haben, vor). Indem aber bei der letztgenannten Form, nach der Angabe von Kjellmann, der Thallus reichlich nach unten verzweigt erscheint, sind die Zweige bei dieser Form, im Gegentheil, sehr selten vorhanden und dabei auch sehr kurz. Es ist möglich, dass die beiden Pflanzen nur verschiedene Formen einer und derselben Art sind, zwischen denen es vielleicht allerlei Mittelstufen giebt; doch muss diese Frage einer zukünftigen Prüfung unterworfen werden.

Fam. Ulothricheae.

Gen. **Chaetomorpha** Kütz.

Phyc. germ. S. 203.

Chaetomorpha Melagonium (Web. et Mohr) Kütz.

Ktz. l. c. S. 204.

Conferva Melagonium Web. et Mohr. Naturhist. Reis. etc. p. 194—195, tab. III, fig. 2*a*, *b*. Aresch. Alg. Scand. exsicc. № 275 *a*, fasc. VI. (ser. nov.) et Rabenh. Alg. Europ. № 2108. — Vergl. auch Nyl. och Sael. Herb. Mus. Fenn. p. 75.

In herbar. Akadem. Petropolit. sub: «*Conferva Melagonium* Web. et Mohr = Conferva Linum Müller.[1])»

Bei Swiatoi-Noss (Russ. Lappl.) von Nylander, 1844 gesammelt.

Ausserdem auch noch an folgenden Stellen des nördlichen Eismeeres gefunden: bei Semi-Ostrowo — von Nylander, 1844; in der Gawrilowa-Bucht (Russ. Lappl.) — von Schrenk; bei Nowaja-Semlja und im Karischen Meere an der östlichen Spitze des Matotschkin-Schar's — von C. v. Baer (1837); bei Cap-Mikulkin und Swiatoi-Noss (Kl. Samoj.-Land) — von Ruprecht (1841).

Chaetomorpha Linum (Roth) Kütz.

Kütz. Phyc. germ. S. 204; Spec. alg. S. 378 et Tab. Phyc. Band III, tab. 55 f. III!

Rabenh. Fl. Europ. alg. III, 291, fig. *a*!

Diese Form, welche bei Solowetzki-Inseln von K. Mereschkowski (1877) gefunden wurde, besass sehr starke, äusserst dicke, mehrschichtige Wandungen.

---

1) Diese Synonymie ist von Ruprecht selbst auf der Etiquette eines der Herbar-Exemplare dieser Pflanze, welche von C. v. Baer im Jahre 1837 von Nowaja-Semlja mitgebracht wurde, angeführt; daher ist also unter dem Namen *Conferva Linum*, welcher in Illustr. Algar. von Post. u. Rupr. S. II angeführt wird, *Conferva Melagonium* Web. et Mohr zu verstehen (vergl. Kjellm. Ueb. d. Algenveget. d. Murm. Meer. S. 56).

Gen. **Ulothrix** Kütz.

Phyc. gener. p. 251.

Ulothrix submarina Kütz.

Kütz. Spec. alg. S. 349.

Sehr dünne Fäden, bis 0,026 *mm.* (4 Micro-Mllm. bei Syst. № 7, Okular № 2 von Hartnack) breit, die unter *Cladophora crispata* Rabenh. und *Rhizoclonium rigidum* mihi sich befanden, mit denen sie also gleichzeitig bei der Insel Golaja-Koschka von C. v. Baer im Jahre 1840 gesammelt wurden und im akademischen Herbar von Ruprecht unter einem gemeinschaftlichen Namen *Conferva spec?* aufbewahrt werden. Diese Fäden waren in dem Zustand, welche Prof. L. Cienkowski zum ersten Male bei den Formen dieser Gattung als Schizomeris-Zustand beschrieb[1]). Die besprochene Ulothrix-Form scheint mir der *Ulothrix submarina* Kütz. (l. c.) am nächsten zu stehen.

VI. Phycochromaceae.

Fam. Calothricheae.

Gen. **Calothrix** (Ag.) Thur.

Classific. des Nostoch. p. 10. Born. et Thur. Notes algolog. p. V. pl. III.

Calothrix confervicola Ag.

Thur. l. c. Born. et Thur. l. c. p. 8, pl. III. Le-Jol. Alg. mar. de Cherb. № 152 (sub *Leibleinia chalybea* Ktz.) et List. des alg. mar. de Cherb. p. 30 (inscl. *Leibleinia amethystea* Ktz. sec. Thur. l. c.)

Leibleinia purpurea Ktz., *Leibleinia chalybea* Ktz. — sec. Born. et Thur. l. c. p. 8.

Ich bemerke diese *Calothrix*-Form an einigen durch A. Grigorieff von den Solowetzki-Inseln mitgebrachten Exemplaren der *Phloeospora tortilis* Aresch. (f. pumila Kjellm.), an welchen sie in sehr geringer Anzahl haftete. Obschon sie in einem nicht völlig herangewachsenem Alter-Zustande war und zwar nicht mit hyalinen dünnen Härchen an ihrer Spitze endigte, besass sie dennoch sehr deutliche Scheiden an ihrem untersten Drittel und war an der Basis immermit einer Heterocyste versehen.

---

1) L. Cienkowski. Zur Morphol. der Ulothricheen. S. 532, 557, 558, Fig. 47.

Verzeichniss der citirten Literatur.

Agardh, C. A. Synopsis algarum Scandinaviae. Lundae, 1817.

— Species algarum ritae cognitae. Gryphiswaldiae, vol. I, 1821; vol. II, 1828.

— Systema algarum. Lundae, 1824.

— Icones algarum europaearum. Representation d'Algues européennes. Avec 40 planches colorées. Leipsic, 1828—1835.

— Icones algarum ineditae. Fasciculi qui exstant duo. Editio nova. Lundae, 1846.

Agardh, J. G. Algae maris Mediterranei et Adriatici. Parisiis, 1842.

— Nya alger från Mexico (Ur Ofversigt af Kongl. Vetenskaps Akademiens Förhandlingar för den 13 Januari 1847).

— Species, genera et ordines algarum. Lundae, vol. I (1848), vol. II (1851—1863) et Lipsiae vol. III (1876).

— Om Spetsbergens Alger (Akademisches Program). Lund, 1862.

— Bidrag till kännedomen af Spetsbergens Alger. Med två taflor (Kongl. Svenska Vetenskaps-Akademiens Handlingar. Band 7, № 8. Stockholm, 1868).

— Bidrag till kännedomen af Spetsbergens Alger. Tillägg till foregaende afhandling. Med taflan III (ebendaselbst).

— De Laminarieis symbolas offert J. G. Agardh (Lunds Universitets Arsskrift, 1867, tome IV).

— Bidrag till kännedomen af Grönlands Laminarieer och Fucaceer (Kongl. Svenska Vetenskaps-Akademiens Handlingar. Band 10, № 8. Stockholm, 1872).

Areschoug, J. E. Algarum minus ritae cognitarum pugillus primus (in Linnaea, herausgegeb. von D. F. L. v. Schlechtendal. Halle, tome XVI, 1842).

— Algarum (Phycearum) minus ritae congnitarum pugillus secundus (ebendas. tome XVII, 1843).

— Phyceae Scandinavicae marinae; Upsaliae, 1850 = Phycearum, quae in maribus Scandinaviae crescunt enumeratio. (Ex Nov. Actor. Upsal. vol. XIII (1847) et vol. XIV (1850).

— Algae Scandinavicae exsiccatae. Fasc. I—III, Gothoburgi, 1840—1841; et fasc. I—VIII (ser. nov.); Upsaliae, 1861—1872.

— Observationes Phycologicae. Part. I—III (Ex Actor. Reg. Soc. Scientiar. Ups. Ser III^{tiae}, vol. VI, IX et X). Upsaliae, 1866, 1874, 1875.

— Om de Skandinaviska algformer, som äro närmast beslägtade med *Dictyosiphon foeniculaceus* eller kunna med denna lattast förblandas (In Botaniska Notiser, utgifne af O. Nordstedt, Lund, 1873, № 6).

— De algis nonnullis maris Baltici et Bahusiensis (ebendas. Lund, 1876, № 2).

Berkeley in Supplement to the English Botany. Vol. III, London, 1843.

Bornet, Ed. et G. Thuret. Notes algologiques. Recueil d'observations sur les algues. Fasc. I; avec planches I—XXV. Paris, 1876.

Bory de Saint-Vincent. Ceramiaires et Confervées in Dictionnaire classique d'Histoire Naturelle. Tome IV, Paris 1823.

Cienkowski, L. Zur Morphologie der Ulotricheen (Mélanges biologiques tirés du Bulletin de l'Academie Imperiale des sciences de St. Petersbourg; tome IX). 1876.

Decaisne, J. et G. Thuret. Recherches sur les anthéridies et les spores de quelques Fucus. (Annales des sciences naturelles, III sér. Botanique; tome III, Paris, 1845).

Derbès, A. et A. Solier. Mémoire sur quelques points de la physiologie des Algues (Extrait du Supplement aux Comptes rendues des séances de l'Academie des sciences, tome I, Paris).

Dillwyn, L. W. British Confervae. London, 1809.

Duby, J. Essai d'application à une tribu d'algues de quelques principes de Taxonomie, ou Mémoire sur le groupe des Ceramiées (Extrait des Memoires de la Societé des Physique et d'Histoire naturelle de Genéve). Genève, 1832.

Flora Danica. Icones plantarum sponte nascentium in regnis Daniae et Norwegiae etc. Hafniae. Vol. II, (fasc. IV, V, VI) 1766—1767; vol. IV (fasc. X, XI, XII) 1770, 1775, 1777; vol. V (fasc. XIII, XIV. XV) 1782.

Fries, El. Systema orbis vegetabilis. Pars I. Lundae, 1825.

— Corpus florarum provincialium Suecicae. I. Floram Scanicam scripsit Elias Fries. Upsaliae. 1835.

Gmelin, S. G. Historia Fucorum. Potropoli, 1768.

Gobi, Chr. Die Brauntange (Phaeosporeae und Fucaceae) des Finnischen Meerbusens. Mit 2 Tafeln (Mémoires de l'Academie Imperiale des sciences de St. Petersbourg, VII serie, Tome XXI, № 9). St. Petersburg, 1874.

— Die Rothtange (Florideae) des Finnischen Meerbusens. Mit 1 Tafel (Ebendas. Tome XXIV, № 7). St. Petersburg, 1877.

— Ueber einen Wachsthummodus des Thallus der Phaeosporeen (Botanische Zeitung, 1877, N 27).

— Ueber einige Phaeosporeen der Ostsee und des Finnischen Meerbusens. (Botanische Zeitung, 1877, №№ 33 und 34).

— Vorläufige Mittheilung (russisch) über die vorliegende Arbeit in den Sitzungsberichten (Protokoll) der Botanischen Section, vom 15/27 December 1877, der St. Petersburger Naturforscher-Gesellschaft. Tome VIII, S. 127—128.

Goodenough, S. et T. J. Woodward. Observations on the British Fuci with particular descriptions of each Species. (Transactions of the Linnean Society. Vol. III. London 1797).

Greville, R. K. Descriptiones novarum specierum ex algarum ordine (in Nov. Act. Academ. Cesar. Leopoldino-Carolinae naturae curiosorum. Tome XIV. Pars posterior. Bonnae, 1829.

— Flora Edinensis: or a description of plants growing near Edinburgh. Edinburgh, 1824.

— Algae Britannicae. Edinburgh, 1830.

Gunner, Acta Nidros. (Drontheim), IV.

— Flora Norwegica. Nidrosiae (Drontheim), 1766.

Harvey, W. H. Phycologia Britannica. London. Vol. I, 1846; vol. II, 1849 et vol. III, 1851.

— Nereis Boreali-Americana. Washington. (Part. I — 1851, II — 1853).

— Phycologia Australica. Vol. I. London, 1858.

Hooker, J. D. The Botany of the antarctic voyage of H. M. Discovery ships Erebus and Terror in the years 1839—1843. London, 1847. Vol. I, Flora Antarctica. Part. I, Botany of Lord Auckland's Group and Campbell's Island.

Johnston, George. A. History of Britisch Sponges et Lithophytes. Edinburgh, 1842.

Kjellmann, F. R. Bidrag till kännedomen om Skandinaviens Ectocarpeer och Tilopterideer. Med tva taflor. Stockholm, 1872.

— Om Spetsbergens marina, klorofyllförande Thallophyter. I. Med. en tafla (Bihang till Kongl. Svenska Vetenskaps-Akademiens Handlingar. Band 3, N 7). Stockholm, 1875.

— Id. II. Med fem taflor (Ebendas. Band 4, N 6). Stockholm, 1877.

— Bidrag till kännedomen af Kariska hafvets Algvegetation. Mit 1 Taf. (Öfversigt af Kongl. Vetenskaps-Akademiens Förhandlingar. 1877, № 2. Stockholm).

— Ueber die Algenvegetation des Murmanschen Meeres an der Westküste von Nowaja-Semlja und Wajgatsch. Mit einer Tafel. Upsala 1877. (Ex Nov. Act. Reg. Soc. Ups. Ser. III).

Kleen, E. Om Nordlandens högre hafsalger. Mit Taf. XI und X (Öfversigt af Kongl. Vetenskaps-Akademiens Förhandlingar, 1874, № 9. Stockholm).

Kützing, F. T. Phycologia generalis. Leipzig, 1843.

— Phycologia germanica. Nordhausen, 1845.

— Diagnosen und Bemerkungen zu neuen oder kritischen Algen (Botanische Zeitung, herausgeg. von H. Mohl und D. F. L. v. Schlechtendal. 5-ter Jahrgang. Berlin, 1847.

— Species algarum. Lipsiae, 1849.

— Tabulae Phycologicae oder Abbildungen der Tange. Nordhausen. Band I—XIX, 1849—1869; cum Index, 1871.

Lamark, De. Histoire naturelle des animaux sans vertébres. Tome II. Paris, 1816.

Lamouroux, J. V. Essai sur les genres de la famille des Thalassiophytes non articulèes. Paris, 1813.

— Histoire des Polypiers coralligénes flexibles vulgairement nommés Zoophytes. Caen, 1816.

Le-Jolis, A. Examen des espèces confondues sous le nom de *Laminaria digitata*, suivi de quelques observations sur le genre Laminaria (In Memoir. de la Soc. des scienc. natur. de Cherbourg. 3^{me} vol. Paris et Cherbourg, 1855. Dasselbe auch in Novar. Actor. Academiae Cesar. Leopoldino-Carolinae naturae curiosorum. Vol. XXV. Pars posterior. Vratislaviae et Bonnae, 1856).

— Quelques remarques sur la nomenclature generique des algues (in Memoir. de la Soc. des sciences natur. de Cherbourg. 4^{me} vol. Paris et Cherbourg, 1856).

— Liste des algues marines de Cherbourg. Paris et Cherbourg, 1863.

Lepechin, J. Quatuor fucorum species descriptae (in Nov. Comment. Academ. scient. Imper. Petropolit. Tome XIX, pro anno 1774. Petropoli, 1775).

Lightfoot, J. Flora Scottica. London, 1777.

Lyngbye, H. C. Tentamen Hydrophytologiae Daniae. Hafniae, 1819.

Nardo, J. D. De novo genere Algarum, cui nomen est Hildbrandtia prototypus. (In Isis von Oken. Leipzig, 1834).

Nylander, W. och Th. Saelan. Herbarium Musei Fennici. Helsingfors, 1859.

Philippi. Beweis', dass die Nulliporen Pflanzen sind (Archiv für Naturgeschichte herausgegeben von A. F. A. Wiegmann. 3ter Jahrgang. Erster Band. Berlin, 1837).

Postels, A. et F. Ruprecht. Illustrationes Algarum in Oceano Pacifico, imprimis septentrionali ad littora Rossica Asiatico-Americana collectarum. Petropoli, 1840.

Rabenhorst, L. Flora Europaea algarum aquae dulcis et submarinae. Sectio III. Lipsiae, 1868.

Rosanoff, S. Recherches anatomiques sur les Melobésiées. Avec 7 planches. (Extrait des Mémoires de la Soc. des scienc. natur. de Cherbourg. Tome XII, 1866). Cherbourg, 1866.

Roth, A. W. Catalecta Botanica. Lipsiae. Fasc. I, 1797; Fasc. II, 1800; Fasc. III, 1806.

Ruprecht, F. Tange des Ochotskischen Meeres. (In Middendorff's Sibirische Reisen. Band I, Theil 2. St. Petersbourg, 1851).

Stackhouse, J. Tentamen marino-cryptogamicum, ordinem novum, in genera et species distributum in classe XXIV^ta^ Linnaei sistens. (Memoires de la Soc. des natural. de Moscou. Tome II, 1809).

— Nereis Britannica. Bathonii, 1801.

— Id. Edit. II; Oxonii, 1816.

Thuret, G. Note sur la synonymie des *Ulva Lactuca* et *latissima* L., suivie de quelques remarques sur la tribu des Ulvacées (in Memoires de la Soc. des scienc. natur. de Cherbourg. 2^de^ vol. Cherbourg, 1854).

— Recherches sur la fécondation et les antheridies des algues (in Annales des scienc. natur. Botanique. IV serie. Tome III. Paris, 1855).

— Essai de Classification des Nostochinées (Extrait des Annales des scienc. naturelles. Botanique, 6^me^ serie. Tome I. Paris, 1874.

Tournefort, J. P. Institutiones rei herbariae. Tome III, Paris 1719.

Turner, D. Fuci, sive plantarum Fucorum generis a botanicis ascriptarum icones descriptiones et historia. Londini. Vol. I, 1808; II, 1809; III, 1811 et IV, 1819.

Weber, F. und D. M. H. Mohr. Naturhistorische Reise durch einen Theil Schwedens. Göttingen, 1804.

Wittrock, V. B. Försok till en Monographi öfver Algslägtet Monostroma. Med fyra taflor. Stockholm, 1866.

— et O. Nordstedt. Algae aquae dulcis exsiccatae praecipue Scandinavicae, quas adjectis algis marinis chlorophyllaceis et phycochromaceis distribuerunt V. Wittrock et O. Nordstedt. Fasc. I. Upsaliae, 1877.

Ausser den im Vorhergehenden angeführten Herbarien standen mir zur Verfügung auch noch folgende Exsiccata: Juergens, Algae aquaticae; Hohenacker, Algae marinae siccatae; Rabenhorst, Algen Europa's; Le-Jolis, Algues marines de Cherbourg, und einige andere.

BEKANNTMACHUNG

der Kaiserlichen Akademie der Wissenschaften.

Als im Jahre 1847, bald nach Rückkehr des Herrn Dr. A. Th. von Middendorff von seiner sibirischen Reise, seitens der Akademie der Wissenschaften die Herausgabe seiner Reisebeschreibung in deutscher Sprache begann, wurde, einfacherer Berechnung wegen, für jeden Band derselben, ohne Rücksicht auf seinen Umfang und die Zahl der in ihm enthaltenen Tafeln, einförmig der Preis von 5 Rub. 40 Kop. (6 Thlr.) bestimmt. Gegenwärtig kann das Werk, ungeachtet einer Lücke im zweiten Bande, als vollendet betrachtet werden, und zwar enthält dasselbe 16 Lieferungen, die zu 4 Bänden zusammengestellt sind. Da jedoch der Inhalt des Werkes ein sehr mannigfaltiger und fast jede der Lieferungen einer besonderen Specialität gewidmet ist, so hat die Akademie, um die verschiedenen Theile des Werkes den betreffenden Fachgelehrten zugänglicher zu machen, die Bestimmung getroffen, dass von nun an wie die Bände so acuh die Lieferungen einzeln im Buchhandel zu haben sein sollen, und zwar zu den folgenden, nach Umfang und Zahl der Tafeln normirten Preisen.

Dr. A. Th. v. Middendorff's Reise in den äussersten Norden und Osten Sibiriens während der Jahre 1843 und 1844 mit Allerhöchster Genehmigung auf Veranstaltung der Kaiserlichen Akademie der Wissenschaften zu St. Petersburg ausgeführt und in Verbindung mit vielen Gelehrten herausgegeben. 4 B^{de} in 4^{0} (1847 — 1875).

	Silber.		Reichsm.	
	Rbl.	K.	Mrk.	Pf.
Bd. I. Th. I. Einleitung. Meteorologische, geothermische, magnetische und geognostische Beobachtungen. Fossile Hölzer, Mollusken und Fische. Bearbeitet von K. E. von Baer, H. R. Göppert, Gr. von Helmersen, Al. Graf. Keyserling, E. Lentz, A. Th. v. Middendorff, W. v. Middendorff, Johannes Müller, Ch. Peters. Mit 15 lith. Tafeln. 1848. LVI u. 274 S.	3	45	11	50
Bd. I. Th. II. Botanik. **Lf. 1.** Phaenogame Pflanzen aus dem Hochnorden. Bearbeitet von E. R. v. Trautvetter. 1847. Mit 8 lithogr. Tafeln. IX u. 190 S.	2	25	7	50
Lf. 2. Tange des Ochotskischen Meeres. Bearb. von F. J. Ruprecht. 1851. Mit 10 chromolithogr. Tafeln. (Tab. 9 — 18.) S. 193 - 435.	3	95	13	20
Lf. 3. Florula Ochotensis phaenogama. Bearbeitet von E. R. v. Trautvetter und C. A. Meyer. Musci Taimyrenses, Boganidenses et Ochotenses nec non Fungi Boganidenses et Ochotenses in expeditione Sibirica annis 1843 et 1844 collecti, a fratribus E. G. et G. G. Borszczow disquisiti. Mit 14 lithogr. Tafeln. (19—31.) 1856. 148 S.	2	45	8	20
Bd. II. Zoologie **Th. I.** Wirbellose Thiere: Annulaten. Echinodermen. Insecten. Krebse. Mollusken. Parasiten. Bearbeitet von E. Brandt, W. F. Erichson, Seb. Fischer, E. Grube. E. Ménétriès, A. Th. v. Middendorff. Mit 32 lith. Tafeln. 1851. 516 S. (Beinahe vergriffen.)	7	35	24	50
Th. II. Lf. 1. Wirbelthiere. Säugethiere, Vögel und Amphibien. Bearb. von Middendorff Mit 26 lithogr. Tafeln. 1853. 256 S. (Vergriffen.)	6	35	21	20
Bd. III. Ueber die Sprache der Jakuten. Von Otto Böhtlingk. **Th. I. Lf. 1.** Jakutischer Text mit deutscher Uebersetzung. 1851. 96 S.	—	80	2	70
Lf. 2. Einleitung. Jakutische Grammatik. 1851. S. LIV u. 97—397.	2	30	7	70
Th. II. Jakutisch-deutsches Wörterbuch. 1851. 184 S.	1	40	4	70
Bd. IV. Sibirien in geographischer, naturhistorischer und ethnographischer Beziehung. Bearbeitet von A. v. Middendorff. **Th. I.** Uebersicht der Natur Nord- und Ost-Sibiriens. **Lf. 1.** Einleitung. Geographie und Hydrographie. Nebst Tafel II bis XVIII des Karten-Atlasses. 1859. 200 S. und 17 Tafeln des Atlasses.	3	15	10	50
Lf. 2. Orographie und Geognosie. 1860. S. 201—332. (Vergriffen.)	1	10	3	70
Lf. 3. Klima. 1861. S. 333—523 u. XXV.	1	70	5	70
Lf. 4. Die Gewächse Sibiriens. 1864. S. 525—783 u. LVI.	2	45	8	20
Th. II. Uebersicht der Natur Nord- und Ost-Sibiriens. **Lf. 1.** Thierwelt Sibiriens. 1867. S. 785—1094 u. XIII.	2	50	8	30
Lf. 2. Thierwelt Sibiriens (Schluss). 1874. S. 1095—1394.	2	30	7	70
Lf. 3. Die Eingeborenen Sibiriens (Schluss des ganzen Werkes). 1875. S. 1395—1615. Mit 16 lith. Tafeln	3	25	10	80

MÉMOIRES
DE
L'ACADÉMIE IMPÉRIALE DES SCIENCES DE ST.-PÉTERSBOURG, VII^E SÉRIE.
TOME XXVI, N° 2.

UNTERSUCHUNGEN

ÜBER DIE

THEORIE DES ENCKE'SCHEN COMETEN.

II.

RESULTATE AUS DEN ERSCHEINUNGEN 1819 — 1875.

VON

Dr. E. von Asten.

LIBRARY
JAN 23 1879
SMITHSONIAN DEPOSIT

(Présenté le 14 Décembre 1877.)

ST.-PÉTERSBOURG, 1878.

Commissionnaires de l'Académie Impériale des sciences:

à St.-Pétersbourg:
MM. Eggers et C^ie^, J. Issakof et J. Glasounof;

à Riga:
M. N. Kymmel;

à Leipzig:
M. Léopold Voss.

Prix: 1 Rbl. = 3 Mrk. 30 Pf.

MÉMOIRES
DE
L'ACADÉMIE IMPÉRIALE DES SCIENCES DE ST.-PÉTERSBOURG, VII^E SÉRIE.
TOME XXVI, N° 2.

UNTERSUCHUNGEN

ÜBER DIE

THEORIE DES ENCKE'SCHEN COMETEN.

II.

RESULTATE AUS DEN ERSCHEINUNGEN 1819 — 1875.

VON

Dr. E. von Asten.

(Présenté le 14 Décembre 1877.)

ST.-PÉTERSBOURG, 1878.

Commissionnaires de l'Académie Impériale des sciences:

à St.-Pétersbourg:
MM. Eggers et C^ie, J. Issakof et J. Glasounof;

à Riga:
M. N. Kymmel;

à Leipzig:
M. Léopold Voss.

Prix: 1 Rbl. = 3 Mrk. 30 Pf.

Imprimé par ordre de l'Académie Impériale des sciences.

Juillet 1878. C. Vessélofski, Secrétaire perpétuel.

Imprimerie de l'Académie Impériale des sciences.
(Vass.-Ostr., 9 ligne, № 12.)

EINLEITUNG.

In meinem ersten Mémoire über den Encke'schen Cometen habe ich die Absicht ausgesprochen, die Theorie der Bewegung dieses Himmelskörpers auf einen Unterbau von absoluten Störungen zu gründen, und, um zu zeigen, dass einem solchen Unternehmen unüberwindliche in der Sache selbst liegende Schwierigkeiten nicht entgegenstehen, habe ich die Entwickelung der Jupitersstörungen erster Ordnung in einem begränzten, aber abgeschlossenen, Theile der Bahn des Cometen nach der Methode des Herrn Prof. Gyldén durchgeführt. Von der Fortsetzung dieser Arbeit haben mich jedoch, ganz abgesehen von practischen und zeitöconomischen Rücksichten, deren Gewicht in diesem Falle ebenfalls nicht zu unterschätzen war, gewisse theoretische Zweifel abgehalten, deren ganze Bedeutung hinsichtlich der Anwendbarkeit absoluter Störungen auf den speziellen Fall des Encke'schen Cometen mir erst später klar geworden ist. Diese Zweifel treffen alle bekannten Methoden, die absoluten Störungen zu berechnen, gleichmässig und müssen auch alle, welche etwa zukünftig noch aufgestellt werden können, treffen, wenn das Grundprincip, von dem man bei der Entwickelung der Störungen ausgeht, nicht eine totale Aenderung erfährt. Die Möglichkeit der Integration der Differentialgleichungen des Störungsproblems beruht nämlich bekanntlich auf dem Umstande, dass die mittleren Bewegungen der in Betracht kommenden Himmelskörper als säcularen Aenderungen nicht unterworfen betrachtet werden dürfen. Diese Voraussetzung, welche für alle anderen bekannten Körper unseres Sonnensystems zutrifft, konnte für den Encke'schen Cometen auch zu der Zeit, als ich mich mit der Untersuchung seiner Bewegung zu beschäftigen anfing, nicht als zulässig erscheinen. Die Verfechter der Ansicht, dass die Lösung des Strörungsproblems nach allgemeinen Principien auch für diesen Körper möglich sei, können, insofern sie den fraglichen Punkt überhaupt in Betracht ziehen, nur von der Voraussetzung ausgehen, dass die Beschleunigung der Umläufe des Encke'schen Cometen überhaupt ein erst noch zu beweisendes Factum sei, oder dass die säculare Acceleration seiner mittleren Bewegung zu

unbedeutend sei, um die practische Anwendbarkeit der unter Voraussetzung der Constanz der mittleren Bewegung abgeleiteten absoluten Störungen auf die Darstellung der Bewegung während eines natürlich nicht zu kleinen Zeitraums zu alteriren.

Was den ersten Punkt betrifft, so wird vorliegende Abhandlung denjenigen, welchen die Encke'scheu Arbeiten noch Zweifel über die Verkürzung der Umläufe des Cometen gelassen haben, hoffentlich die Ueberzeugung beibringen, dass diese Verkürzung mit zu den am besten begründeten astronomischen Facten gehört. Indem ich die demnächst darzulegenden Rechnungen unternahm, deren Resultate im Wesentlichen dem Publikum durch mehrere kleinere Mittheilungen im *Bulletin* der Kaiserlichen Academie der Wissenschaften schon bekannt geworden sind, war, grössere Klarheit über diesen Gegenstand zu verbreiten, gerade meine vorzüglichste Absicht. Der auf die zweite Voraussetzung gegründete Einwurf dringt tiefer in die Natur des Problems ein und kann endgültig erst durch die wirkliche Entwickelung und Anwendung der absoluten Störungen widerlegt werden. A priori klar aber ist, dass es immer auf einen Compromiss zwischen der in der Darstellung der Beobachtungen zu erzielenden Genauigkeit und der Mühe, welche man auf die Ableitung der Störungen verwenden will, herauskommen wird. So lange es sich nur um die von der ersten Potenz der Massen abhängenden Störungen handelt, könnte man sich damit helfen, dass man die Integration der Differentialgleichungen für begränzte Zeiträume ausführte, welche so klein zu wählen wären, dass innerhalb jedes derselben die mittlere Bewegung als eine Constante betrachtet werden dürfte. Es wäre auf diese Weise sogar nicht unmöglich, einen Theil der Störungen zweiter Ordnung mitzunehmen. Die strenge Berücksichtigung der Störungen zweiter und höherer Ordnung, welche wenigstens, soweit die Einwirkung des Jupiter in Betracht kommt, durchaus nöthig ist, kann auf diese Weise jedoch nicht geschehen. Da nun die Coordinaten des Cometen während verschiedener Perioden durch verschiedene Functionen der Zeit ausgedrückt sind, müsste man, um die Störungen höherer Ordnung vollständig zu erhalten, die ganze Rechnung, welche wahrscheinlich weitläufiger als für die Störungen erster Ordnung ausfallen wird, für jede dieser Perioden besonders ausführen. Es würden dadurch aber gerade die Vorzüge, welche die absoluten Störungen vor den speziellen besitzen, vollständig aufgehoben werden, indem dieselben eben darin bestehen, dass durch eine einmalige Entwickelung die ganze Störungsrechnung endgültig abgeschlossen wird. Ueberdies würde das Prädicat «absolut» seinen Sinn verlieren, da dasselbe eben nichts anderes besagen will, als dass die betreffenden Ausdrücke Functionen der unbestimmt gelassenen Zeit sind.

Ganz abgesehen von der enormen Mühe, welche die vollständige Berechnung der absoluten Störungen des Encke'schen Cometen gekostet haben würde, wenn man seine mittlere Bewegung als keinen anderen als periodischen Störungen unterworfen hätte betrachten dürfen, waren es die eben vorgetragenen Erwägungen, welche mich von der weiteren Verfolgung des Weges abhielten, den ich in dem ersten Theile meiner «Untersuchungen über die Theorie des Encke'schen Cometen» eingeschlagen hatte. Die Erreichung des Ziels,

die Bewegung des Encke'schen Cometen so zu erklären, dass den vorhandenen Beobachtungen genügt wird, kann bei dem jetzigen Zustande der Analysis mit Aussicht auf Erfolg nur erhofft werden, wenn man von einem endgültigen Abschluss der Theorie absieht, d. h. die Störungen durch spezielle Methoden entwickelt. In dieser Abhandlung ist es meine Absicht, eine Darlegung derjenigen Untersuchungen zu geben, welche mich zu einer Darstellung aller derjenigen Erscheinungen des Encke'schen Cometen geführt haben, welche seit der Entdeckung seiner Periodicität durch Encke, also seit dem Jahre 1819 bis jetzt eingetreten sind, und von denen keine unbeobachtet vorübergegangen ist.

§ I.

Berechnung der Störungen.

Da wir für die Zeit von 1819—1848 die Resultate der Arbeiten Encke's und seiner Schüler besitzen, an deren strenger Richtigkeit zu zweifeln kein Grund vorliegt, beschränkte sich, was den in diesem Kapitel behandelten Gegenstand betrifft, meine Aufgabe darauf, die Berechnung der Störungen von 1848 bis 1875 mit derselben Strenge fortzuführen, welche die Encke'schen Entwickelungen dieser Gattung characterisirt. Diese letzteren sind nach der Methode der Variation der Constanten ausgeführt, während von mir zu diesem Zwecke die Methode von Hansen gewählt worden ist. Hätte der Plan meiner Arbeit mir im Herbste 1873, wo ich die diesbezüglichen Rechnungen begann, in seiner ganzen Vollständigkeit schon vorgeschwebt, so würde es am einfachsten gewesen sein, als Grundlage und Ausgangspunkt der Rechnung das für 1848 November 26.125 mittlere Pariser Zeit osculirende Elementensystem zu wählen, welches Encke aus der Discussion der 10 Erscheinungen 1819—1848 abgeleitet und in seiner 8. Abhandlung «Ueber den Cometen von Pons» mitgetheilt hat. Damals verband ich jedoch mit der Hauptabsicht, durch eine von Encke ganz unabhängige Untersuchung die Beschleunigung der Umläufe des Cometen entweder zu erweisen oder das Encke'sche Resultat zu widerlegen, die subsidiäre, eine passende Grundlage für die Vorausberechnung der in Aussicht stehenden Erscheinung von 1875 zu schaffen. Da zur Constatirung der aussergewöhnlichen Einwirkung, welche der Comet nach Encke erfährt, die Verbindung dreier Erscheinungen nothwendig, aber, bei der Grösse dieser Einwirkung, auch hinreichend ist, handelte es sich also zunächst nur darum, die 3 Erscheinungen von 1865, 1868 und 1871 in den Kreis der Untersuchung zu ziehen. Das auffallende Resultat, zu dem meine Rechnungen führten, ist den Astronomen bekannt. Es zeigte sich nämlich nicht nur, dass die allgemeinen Bewegungsgesetze ausreichten, die Bewegung des Cometen während dieser 6 Jahre zu erklären, sondern sogar, dass die Annahme einer Acceleration der mittleren Bewegung von nur einem Zwanzigstel des durch Encke ermittelten Betrages dieser Grösse in der Darstellung der Beobachtungen

Fehler erzeugt haben würde, welche in Anbetracht der Güte derselben als unzulässig erscheinen mussten. Die zunächst sich aufdrängende Vermuthung, welche die aussergewöhnlich gute Darstellung der Beobachtungen fast mit Nothwendigkeit erzeugen musste, dass die Bewegung des Cometen vielleicht überhanpt nicht unter dem Einflusse anderer Kräfte stehe, als derjenigen, denen die Bewegungserscheinungen der übrigen Körper unseres Sonnensystems unterworfen sind, und dass also die von Encke gefundene Beschleunigung seiner Umläufe ein freilich auf unbegreifliche Weise herbeigeführtes blosses Rechnungsresultat sei, erwies sich sehr bald als irrig. Schon in derselben Abhandlung, welche die vorausberechnete Ephemeride für 1875 enthält, (Über die Erscheinung des Encke'schen Cometen im Jahre 1875, nebst Bemerkungen über die Existenz eines widerstehenden Mittels im Weltenraume, Bull. T. XX pag. 340 — 366) habe ich gezeigt, dass der Anschluss der Erscheinung von 1861 — 62 an die zuerst behandelten nur möglich sei, wenn man voraussetzt, dass die mittlere Bewegung des Cometen zwischen 1862 und 1865 eine Acceleration von nahezu dem durch Encke's Untersuchungen festgestellten Betrage erfahren hat. Etwas ganz Aehnliches ergab sich auch aus der Vergleichung der später erhaltenen Beobachtnngen von 1875 mit der Vorausberechnung für den Zeitraum 1871 — 75. Da auch die weitere Rückwärtsführung der Rechnung gezeigt hat, dass die Dauer der Umläufe zwischen 1848 und 1865 sich ebenso regelmässig vermindert hat, wie in der von Encke behandelten Periode 1819 — 1848, bleibt es völlig räthselhaft, was während des Zeitraums 1865 — 1871 mit dem Cometen geschehen ist. Man kann nur die Vermuthung aufstellen, dass die Wirkung der ebenso regelmässig, wie früher, eingetretenen Acceleration durch eine Störung anderer Art paralysirt worden ist, und es lässt sich in der That zeigen, dass Alles in gute Uebereinstimmung gebracht werden kann, wenn man annimmt, die mittlere Bewegung habe zu einem bestimmten Zeitpunkte im Jahre 1869 eine momentane Störung von ebenfalls bestimmter Grösse erlitten.

Das auf die Erscheinungen von 1865 — 1871 gegründete, also ohne Rücksicht auf Acceleration abgeleitete, System von Elementen bildete nun den Ausgangspunkt für die rückwärts zu führende Berechnung der Störungen. Diese Elemente sind:

System III*.

$T_0 = 1865$ Aug. 19,0 Mittl. Berl. Zeit.

$$M = 24^\circ 46' 13''.71$$
$$\Omega = 334\ 32\ 18.93$$
$$\pi = 158\ 3\ 45.97$$
$$i = 13\ 3\ 55.73$$
$$\varphi = 57\ 48\ 41.77$$
$$\mu = 1073''.86198$$

M. Aequ. 1865.0.

Als störende Planeten wurden in Rechnung gezogen:

Mercur $m_0(\mathrm{☿}) = {}^1/_{4360000}$
Venus $m_1(\mathrm{♀}) = {}^1/_{401839}$
Erde $m_2(\mathrm{♁}) = {}^1/_{355499}$
Mars $m_3(\mathrm{♂}) = {}^1/_{2680337}$
Jupiter $m_4(\mathrm{♃}) = {}^1/_{1047,879}$
Saturn $m_5(\mathrm{♄}) = {}^1/_{3501,6}$

Es sind gerade diese Massenwerthe, welche nicht alle mehr als unseren jetzigen Kenntnissen am besten entsprechend angesehen werden können, gewählt worden, weil, mit Ausnahme der Mercursmasse, auf ihnen das Encke'sche die Erscheinungen von 1819 — 1848 darstellende System von Elementen beruht. Welche Masse man für Mercur annahm, war gewissermassen gleichgültig, da dieselbe jedenfalls aus den Beobachtungen des Encke'schen Cometen zugleich mit dessen Bahnelementen bestimmt werden muss. Der obige von Le Verrier abgeleitete Werth schien mir sicherer, wenigstens rationeller, begründet, als der von Encke aus seiner Bearbeitung des Cometen abstrahirte. Die beiden äussersten Planeten Uranus und Neptun sind nicht berücksichtigt worden, da ihr Einfluss auf einen Körper, der sich innerhalb der Jupitersbahn bewegt, nur höchst unbedeutend und überhaupt nur bei Beobachtungen, die sich über einen sehr langen Zeitraum ausdehnen, merklich sein kann. Wollte man ihrer Einwirckung in der Zukunft Rechnung tragen, so würde dies am einfachsten durch Entwickelung der absoluten Störungen geschehen, die sich für diese entfernten Planeten sehr leicht würde ausführen lassen.

Wegen der grossen Excentricität und kurzen Periheldistanz der Cometenbahn musste die Wahl der Intervalle bei Berechnung der Störungen mit besonderer Vorsicht getroffen werden. Ich habe die Bahn in vier Theile getheilt, dergestalt, dass diese durch die zwei Paare von Radienvectoren 1.2 und 2.2 von einander getrennt sind. In dem unteren, das Perihel einschliessenden und von den Radienvectoren 1.2 begränzten, Bahnstücke wurden die Störungen im Allgemeinen in fünftägigen Intervallen berechnet. Nur für Mercur sind zweimal, nämlich 1858 und 1848, wo eine bedeutende Annäherung dieses Planeten an den Cometen statt fand, noch kürzere Intervalle von bezüglich 2.5 und 1.25 Tagen gewählt worden. Da die directe Einwirkung des Merkur sich nur auf die Zeiten erstrecken kann, während deren der Comet dieses Stück seiner Bahn durchläuft, konnte die Berechnung der von ihm erzeugten Störungen, wenn sie in diesem Theile absolvirt war, für den ganzen betreffenden Umlauf als beendigt betrachtet werden, wenn man am Anfang und Ende des Zeitraums durch Reduction der Cometenelemente von der Sonne auf den Schwerpunkt zwischen Mercur und Sonne und umgekehrt für Berücksichtigung der kleinen Störungen sorgte, welche aus der Reaction des Planeten gegen die Sonne entstehen. Die Zeit, welche der Comet in diesem Theile seiner Bahn verweilt, beträgt etwa 120 Tage. In den beiden anschliessenden von den Radienvectoren 1.2 und 2.2 begränzten Theilen, die in etwa 90 Ta-

gen durchlaufen werden, konnten die Intervalle bis auf 10 Tage ausgedehnt werden, während in dem letzten weitaus grössten Stücke der Bahn selbst für Venus und Erde Intervalle von 20 Tagen als ausreichend gefunden wurden, um noch eine Prüfung der Störungswerthe durch Differenzen zu gestatten. Die Venus- und Erdstörungen sind von mir strenge für die Zeit des jedesmaligen ganzen Umlaufs berechnet worden, während Encke dieselben vollständig nur innerhalb derjenigen Perioden berücksichtigte, während deren der Comet in dem unteren etwa von den Radienvectoren 3 eingeschlossenen Bahntheile verweilte. Am Anfange und Ende dieser Perioden wurde dann dieselbe Operation ausgeführt, welche bei Besprechung der Mercursstörungen angedeutet worden ist.

Die Integration der Differentialgleichungen durch mechanische Quadraturen wurde für die 5 Planeten Venus, Erde, Mars, Jupiter und Saturn gemeinschaftlich ausgeführt, ein Verfahren, welches die Rechnung sehr erleichtert, aber die Inconvenienz mit sich bringt, dass die einmal angewandten Massenwerthe nicht nach Belieben durch andere Bestimmungen ersetzt werden können. Nur die durch Mercur bewirkten Störungen sind isolirt berechnet worden, da die Bestimmung der Masse dieses Planeten im ursprünglichen Plane der Arbeit lag.

Bevor ich die numerischen Werthe der planetarischen Störungen mittheile, muss ich noch einige Worte über die Art und Weise sagen, wie die aussergewöhnliche Störung, welche der Encke'sche Comet erleidet, in Rechnung gezogen wurde. Encke erklärte dieselbe bekanntlich aus dem Widerstande eines den Weltraum erfüllenden und gegen die Sonne gravitirenden Mittels. Indem er weiter annahm, dass die Dichtigkeit dieses Mittels, des sogenannten Weltäthers, umgekehrt proportional dem Quadrate des Abstandes von der Sonne sei, und dass dasselbe einem sich in ihm bewegenden Körper einen Widerstand entgegensetzte, der proportional dem Quadrate der Geschwindigkeit desselben wirke, konnte er alle durch dasselbe erzeugten Störungen theoretisch ableiten, wenn der Werth einer einzigen Constanten, der sogenannten Constanten des Widerstandes «U» gegeben war. Dieselbe drückt den Widerstand aus, den ein Körper erleidet, der sich in der Einheit der Entfernung von der Sonne befindet und in der Zeiteinheit, dem mittleren Sonnentage die Raumeinheit, die halbe grosse Axe der Erdbahn, durchläuft. Die Bestimmung dieser Constanten musste aus den Beobachtungen erfolgen. Die Analysis zeigt nun, dass der Widerstand des Aethers, abgesehen von periodischen Störungen dieser Elemente, eine säculare Vergrösserung der mittleren Bewegung und eine säculare Verminderung der Excentricität erzeugt, auf die mittlere Anomalie und die Länge des Perihels aber nur einen während eines Umlaufs periodischen und auf Knoten und Neigung gar keinen Einfluss äussert. Die dem gefundenen Werthe von U entsprechenden periodischen Störungen in μ, φ, M und π sind so klein, dass sie unberücksichtigt bleiben konnten. Wirklich berechnet wurden daher nur die Säcularänderungen von μ und φ. Man erhält dieselben durch mechanische Quadratur der Differentialquotienten:

$$\frac{d\varphi}{dt} = -U \cdot 2k^3 a \cos\varphi \frac{\cos E}{r^3} \sqrt{\frac{2}{r} - \frac{1}{a}}$$

$$\frac{d\mu}{dt} = +U \cdot 3k^2 \cdot \frac{1}{r^2\sqrt{a}} \left(\frac{2}{r} - \frac{1}{a}\right)^{\frac{3}{2}}.$$

Da Encke die Ursache der aussergewöhnlichen Störung, welche der Comet erfährt, als erkannt stipulirte, war sein bei Ableitung derselben eingeschlagenes Verfahren gewiss das theoretisch richtigste. Da aber aus den Thatsachen zu Encke's Zeiten wohl kaum etwas Anderes bekannt war, als dass die mittlere Bewegung des Cometen bei jedem Umlauf einen constanten Zuwachs erhält, und da jede Hypothese, welche diese Bedingung erfüllt, voraussichtlich den Beobachtungen ebenso gut genügt hätte, wie die Hypothese des widerstrebenden Mittels, kann man gegen den von Encke eingeschlagenen Weg zum Mindesten die Einwendung machen, dass er zu einer nutzlosen Vermehrung der Arbeit geführt hat. Ein gewichtigerer Einwurf ist aber der, dass auf diese Weise keine unabhängige Bestimmung der Säcularstörungen erlangt werden kann, welche die beiden Elemente μ und φ event. erleiden. In den Encke'schen Schriften findet man sogar nicht einmal eine Stelle, an der gezeigt wird, dass die Beobachtungen uns zwingen, eine Säcularstörung der Excentricität anzunehmen. Wäre aber der Beweis geliefert worden, dass die Darstellung der Beobachtungen eine successive Verminderung der Excentricität von gerade dem numerischen Betrage fordert, den die Analysis aus dem angenommenen Gesetze des Widerstandes folgert, so müsste gerade darin das wichtigste und sogar das einzige Argument, welches bei dem jetzigen Zustande unserer Kenntnisse zu erlangen ist, für die Richtigkeit der angenommenen Hypothese gefunden werden, da eben in den Bewegungserscheinungen anderer Himmelskörper ähnliche Anomalien, wie diejenigen, um welche es sich hier handelt, bisher nicht bemerkt worden sind. Die Gründe, welche Encke für seine Hypothese anführt, sind rein formaler Natur und fussen auf keinem durch die Beobachtungen gegebenen Boden. Da es meine Absicht war, zuerst die thatsächlichen Eigenschaften der auf den Cometen wirkenden besonderen Kräfte festzustellen, bevor der Speculation Rechte zugestanden wurden, musste die unabhängige Bestimmung sowohl der bei jedem Umlauf eintretenden Acceleration der mittleren Bewegung als auch der Aenderung des Excentricitätswinkels erfolgen.

Die natürlichste Hypothese, welche man aufstellen kann, um der Bedingung zu genügen, dass die mittlere Bewegung und die Excentricität sich bei jedem Umlaufe um eine Constante verändert, scheint wohl die, anzunehmen, dass diese Störungen sich aus einer stetigen Folge von Incrementen zusammensetzen, welche die beiden Elemente gleichmässig auf allen Punkten der Bahn erhalten. Für die Rechnung wird aber die Annahme noch bequemer sein, dass die Störung plötzlich jedesmal in dem Augenblicke eintritt, wo der Comet einen bestimmten Punkt seiner Bahn passirt. Da sich ähnliche Anomalien, wie beim Encke'schen Cometen, bei keinem anderen der bisher bekannten periodischen Cometen mit Sicherheit haben constatiren lassen, und da namentlich die Arbeiten des Herrn Prof. Axel Möller über den Faye'schen Cometen, die allein von den Bearbeitungen periodischer Co-

meten den Encke'schen Untersuchungen über den seinen Namen tragenden Cometen an die Seite gestellt werden können, es ausser Zweifel gesetzt haben, dass auf diesen Körper andere Kräfte, als diejenigen, welche die Bewegung der Planeten reguliren, in irgend merklicher Weise nicht einwirken, darf die Ursache der aussergewöhnlichen Störung, welche Encke's Comet erfährt, nur in Regionen des Weltraums als wirkend gesucht werden, durch welche sich diese Cometen nicht bewegen. In dieser Hinsicht besteht aber eine wesentliche Verschiedenheit dieser Cometen von dem Encke'schen darin, dass keiner derselben sich der Sonne so stark nähert, wie der Encke'sche Comet. Seine Periheldistanz beträgt nur etwa 0.33, liegt also innerhalb der Mercursbahn, während z. B. die des Faye'schen Cometen 1.7 ist, also ausserhalb der Marsbahn fällt. Wenn man sich daher entschliesst, das Eintreten der in Frage stehenden Störung als momentan zu betrachten, so liegt es nahe, den Moment des Eintritts geradezu in den Augenblick der Perihelpassage zu verlegen, was denn auch wirklich von mir gethan wurde. Es versteht sich von selbst, dass diese Form dem Falle der Natur nicht entsprechen kann. Sie wird sich diesem aber um so mehr nähern, je genauer die Voraussetzung, dass der ganze Betrag der Störung während eines Umlaufs sich innerhalb eines sehr kurzen den Moment der Perihelpassage einschliessenden Zeitraums zusammensummirt, der Wahrheit entspricht. Die Berücksichtigung der Störung in dieser Form führt in allen wesentlichen Stücken zu denselben Resultaten, wie ihre Berechnung nach den obigen Formeln, da der Betrag der Störung, welche der nach den angenommenen Gesetzen wirkende Widerstand erzeugt, sich zu neun Zehntheilen in dem Zeitraume von etwa 50 Tagen zusammendrängt, während dessen der Comet innerhalb der Venusbahn verweilt. Die Quantitäten, um welche sich bei jedem Durchgange durch das Perihel die mittlere Bewegung μ und der Excentricitätswinkel φ verändert, wurden vorläufig angenommen zu:

$$\mu' = +0''.100000$$
$$\varphi' = -3.50.$$

Die aus dieser Annahme folgenden Werthe der empirischen Störung sind mit in die unten mitgetheilte Störungstafel aufgenommen worden. Da die Encke'schen Osculationsepochen jedoch immer fast genau mit den Augenblicken der Perihelpassagen zusammenfallen, habe ich für die Zeit von 1819 bis 1848 das arithmetische Mittel der Werthe angesetzt, welche diese Störung in beiden Zweigen der Bahn hat, ein Verfahren, welches natürlich nur von formaler Bedeutung ist, aber den Vortheil der Uebersichtlichkeit gewährt, da man dadurch den möglichsten Anschluss an die Form erzielt, in der Encke die Störung berücksichtigte. Die Werthe der planetarischen Störungen für den Zeitraum 1819 Jan. 27.25 M. Par. Zeit bis 1848 Nov. 26.125 M. Par. Zeit sind den Encke'schen Manuscripten entnommen worden, für deren gütige Mittheilung ich mich Herrn Prof. Förster zu grossem Danke verpflichtet fühle. Sie sind hier nur in diejenige Form übertragen worden, in welcher sie später Anwendung finden werden, nämlich so, wie sie im Anschluss an die von mir für die

Zeit 1848 Nov. 26.0 M. Berliner Zeit bis 1874 Oct. 27.0 M. Berl. Zeit berechneten erscheinen, wenn man den Zeitpunkt, wo alle Störungen Null werden, auf 1865 Aug. 19.0 M. Berl. Zeit, die Osculationsepoche des oben angeführten Elementensystems III*, verlegt. Die Mercursstörungen habe ich auf die Masse $m_0(\mathrm{☿}) = \frac{1}{5500000}$ reducirt, da, sobald der Anschluss an Encke gewonnen war, ein roher Ueberschlag zeigte, dass der bei meinen Rechnungen benutzte Werth von Le Verrier bis etwa auf diesen Betrag vermindert werden musste, um eine beiläufige Darstellung der Perihelzeiten zu erhalten. Die Zeitangaben beziehen sich von 1819 Jan. 27.25 — 1845 Aug. 9.6 auf den Pariser, von 1848 Nov. 26.0 — 1874 Oct. 27.0 auf den Berliner Meridian.

Tafel der Störungswerthe.

Massen: $m_0(\mathrm{☿}) = \frac{1}{5500000}$, $m_1(\mathrm{♀}) = \frac{1}{401839}$, $m_2(\mathrm{♂} + \mathrm{☾}) = \frac{1}{355499}$, $m_3(\mathrm{♃}) = \frac{1}{2680337}$, $m_4(\mathrm{♄}) = \frac{1}{1047.879}$, $m_5(\mathrm{♅}) = \frac{1}{3501.6}$

1865 Aug. 19.0 — 1819 Jan. 27.25. $T_0 - T_{-14} = 17005.719282$ Tage.

	ΔM	$\Delta\mu$	$\Delta\varphi$	$\Delta\Omega$	$\Delta(\pi - \Omega)$	Δi
♀, ♂, ♃, ♄, ♅	+4° 4′ 17″.16	+4″.68198	+14′ 3″.87	+39′ 41″.95	−1° 5′ 14″.65	+33′ 28″.72
☿	+0 20 22.04	−0.12996	+ 0 4.76	+ 0 3.11	−0 0 4.13	+ 0 0.45
Emp. Stör.	+3 31 45.39	−1.45000	+ 0 50.75	—	—	—

1865 Aug. 19.0 — 1822 Mai 24.0 $T_0 - T_{-13} = 15792.969282$ Tage.

	ΔM	$\Delta\mu$	$\Delta\varphi$	$\Delta\Omega$	$\Delta(\pi - \Omega)$	Δi
♀, ♂, ♃, ♄, ♅	+2°50′ 49″.11	−2″.82883	−12′ 29″.26	+28′ 39″.93	−44′ 31″.15	+16′ 50″.54
☿	+0 17 35.07	−0.14224	+ 0 5.15	+ 0 2.39	− 0 3.14	+ 0 0.40
Emp. Stör.	+3 3 27.54	−1.35000	+ 0 47.25	—	—	—

1865 Aug. 19.0 — 1825 Sept. 16.30. $T_0 - T_{-12} = 14581.669282$ Tage.

	ΔM	$\Delta\mu$	$\Delta\varphi$	$\Delta\Omega$	$\Delta(\pi - \Omega)$	Δi
♀, ♂, ♃, ♄, ♅	+2° 0′ 10″.97	−2″.13824	− 9′ 41″.77	+28′ 12″.27	−44′ 3″.42	+17′ 56″.18
☿	+0 14 56.63	−0.12996	+ 0 4.73	+ 0 2.30	− 0 3.20	+ 0 0.41
Emp. Stör.	+2 37 12.85	−1.25000	+ 0 43.75	—	—	—

1865 Aug. 19.0 — 1829 Jan. 9.72. $T_0 - T_{-11} = 13370.249282$ Tage.

	ΔM	$\Delta\mu$	$\Delta\varphi$	$\Delta\Omega$	$\Delta(\pi - \Omega)$	Δi
♀, ♂, ♃, ♄, ♅	+1° 4′ 43″.05	−2″.71756	−11′ 20″.09	+27′ 25″.54	−42′ 40″.92	+17′ 4″.96
☿	+0 12 13.69	−0.13154	+ 0 4.79	+ 0 2.31	− 0 3.06	+ 0 0.41
Emp. Stör.	+2 12 59.15	−1.15000	+ 0 40.25	—	—	—

1865 Aug. 19.0 — 1832 Mai 4.0. $T_0 - T_{-10} = 12159.969282$ Tage.

	ΔM	$\Delta\mu$	$\Delta\varphi$	$\Delta\Omega$	$\Delta(\pi - \Omega)$	Δi
♀, ♂, ♃, ♄, ♅	+0°29′ 21″.57	−1″.33374	− 6′ 12″.06	+27′ 14″.43	−42′ 8″.46	+18′ 37″.64
☿	+0 9 36.79	−0.13362	+ 0 4.86	+ 0 2.32	− 0 2.98	+ 0 0.41
Emp. Stör.	+1 50 47.84	−1.05000	+ 0 36.75	—	—	—

1865 Aug. 19.0 — 1835 Aug. 26.3. $T_0 - T_{-9} = 10950.669282$ Tage.

	ΔM	$\Delta\mu$	$\Delta\varphi$	$\Delta\Omega$	$\Delta(\pi - \Omega)$	Δi
♀, ♂, ♃, ♄, ♅	+0° 7′ 8″.92	−2″.02392	− 8′ 34″.20	+27′ 16″.82	−42′ 28″.78	+17′ 42″.52
☿	+0 6 56.39	−0.12314	+ 0 4.47	+ 0 2.16	− 0 2.94	+ 0 0.42
Emp. Stör.	+1 30 38.54	−0.95000	+ 0 33.25	—	—	—

1865 Aug. 19.0 — 1838 Dec. 19.0. $T_0 - T_{-8} = 9739.969282$ Tage.

	ΔM	$\Delta\mu$	$\Delta\varphi$	$\Delta\Omega$	$\Delta(\pi - \Omega)$	Δi
♀, ♂, ♃, ♄, ♅	−0°40′ 31″.19	−1″.77223	− 7′ 34″.64	+26′ 10″.00	−40′ 33″.18	+17′ 54″.12
☿	+0 4 58.39	−0.09868	+ 0 3.48	+ 0 1.96	− 0 3.05	+ 0 0.41
Emp. Stör.	+1 12 28.91	−0.85000	+ 0 29.75	—	—	—

1865 Aug. 19.0 — 1842 Apr. 12.0. $T_0 - T_{-7} = 8529.969282$ Tage.

	ΔM	$\Delta\mu$	$\Delta\varphi$	$\Delta\Omega$	$\Delta(\pi - \Omega)$	Δi
♀, ♂, ☉, ♃, ♄	−1°18′ 31.″93	−2.″39955	−10′ 0.″49	+25′ 50.″27	−40′ 37.″47	+16′ 50.″57
☿	+0 2 53.48	−0.10011	+ 0 3.55	+ 0 1.97	− 0 2.88	+ 0 0.41
Emp. Stör.	+0 56 20.91	−0.75000	+ 0 26.25	—	—	—

1865 Aug. 19.0 — 1845 Aug. 9.6. $T_0 - T_{-6} = 7314.369282$ Tage.

	ΔM	$\Delta\mu$	$\Delta\varphi$	$\Delta\Omega$	$\Delta(\pi - \Omega)$	Δi
♀, ♂, ☉, ♃, ♄	−3°38′ 46.″35	+2.″20423	+ 7′ 6.″77	+ 3′ 23.″93	− 6′ 3.″75	+ 3′ 56.″56
☿	+0 0 49.67	−0.10478	+ 0 3.66	+ 0 2.10	− 0 2.96	+ 0 0.42
Emp. Stör.	+0 42 9.99	−0.65000	+ 0 22.75	—	—	—

1865 Aug. 19.0 — 1848 Nov. 26.0. $T_0 - T_{-5} = 6110.0$ Tage.

	ΔM	$\Delta\mu$	$\Delta\varphi$	$\Delta\Omega$	$\Delta(\pi - \Omega)$	Δi
♀, ♂, ☉, ♃, ♄	−2°42′ 15.″83	+3.″15384	+ 9′ 46.″57	+ 3′ 15.″13	− 5′ 56.″24	+ 4′ 57.″27
☿	−0 1 12.53	−0.02351	+ 0 0.75	+ 0 1.97	− 0 1.36	+ 0 0.31
Emp. Stör.	+0 30 7.35	−0.55000	+ 0 19.25	—	—	—

1865 Aug. 19.0 — 1849 Febr. 19.0. $T_0 - T_{-5}' = 6025.0$ Tage.

	ΔM	$\Delta\mu$	$\Delta\varphi$	$\Delta\Omega$	$\Delta(\pi - \Omega)$	Δi
♀, ♂, ☉, ♃, ♄	−2°37′ 54.″93	+3.″07418	+ 9′ 48.″69	+ 3′ 12.″57	− 5′ 50.″22	+ 4′ 57.″68
☿	−0 1 10.75	+0.02089	− 0 0.76	+ 0 1.55	− 0 1.51	+ 0 0.27
Emp. Stör.	+0 29 24.85	−0.50000	+ 0 17.50	—	—	—

1865 Aug. 19.0 — 1852 Juni 23.0. $T_0 - T_{-4} = 4805.0$ Tage.

	ΔM	$\Delta\mu$	$\Delta\varphi$	$\Delta\Omega$	$\Delta(\pi - \Omega)$	Δi
♀, ♂, ☉, ♃, ♄	−1°47′ 29.″37	+2.″90914	+ 8′ 10.″01	+ 2′ 4.″50	− 3′ 55.″31	+ 4′ 4.″60
☿	−0 0 46.82	+0.01544	− 0 0.63	+ 0 1.53	− 0 1.32	+ 0 0.24
Emp. Stör.	+0 19 24.88	−0.40000	+ 0 14.00	—	—	—

1865 Aug. 19.0 — 1855 Oct. 6.0. $T_0 - T_{-3} = 3605.0$ Tage.

	ΔM	$\Delta\mu$	$\Delta\varphi$	$\Delta\Omega$	$\Delta(\pi - \Omega)$	Δi
♀, ♂, ☉, ♃, ♄	−0°36′ 33.″20	+2.″95296	+ 9′ 3.″74	+ 2′ 5.″71	− 4′ 20.″46	+ 4′ 18.″22
☿	−0 0 27.62	+0.02355	− 0 0.74	+ 0 1.48	− 0 1.16	+ 0 0.27
Emp. Stör.	+0 11 34.57	−0.30000	+ 0 10.50	—	—	—

1865 Aug. 19.0 — 1859 Jan. 28.0. $T_0 - T_{-2} = 2395.0$ Tage.

	ΔM	$\Delta\mu$	$\Delta\varphi$	$\Delta\Omega$	$\Delta(\pi - \Omega)$	Δi
♀, ♂, ☉, ♃, ♄	−0° 8′ 1.″04	+0.″29806	+ 0′ 27.″43	+ 1′ 18.″57	− 2′ 15.″20	+ 0′ 29.″24
☿	−0 0 1.02	+0.00343	− 0 0.08	− 0 0.10	− 0 0.25	+ 0 0.03
Emp. Stör.	+0 5 41.73	−0.20000	+ 0 7.00	—	—	—

1865 Aug. 19.0 — 1862 Mai 22.0. $T_0 - T_{-1} = 1185.0$ Tage.

	ΔM	$\Delta\mu$	$\Delta\varphi$	$\Delta\Omega$	$\Delta(\pi - \Omega)$	Δi
♀, ♂, ☉, ♃, ♄	−0° 4′ 3.″16	+0.″63993	+ 2′ 30.″92	+ 0′ 52.″24	− 1′ 3.″16	+ 1′ 7.″58
☿	+0 0 2.44	−0.00226	+ 0 0.10	− 0 0.10	− 0 0.18	0 0.00
Emp. Stör.	+0 1 50.20	−0.10000	+ 0 3.50	—	—	—

1865 Aug. 19.0 — 1868 Juni 14.0. $T_{+1} - T_0 = 1030.0$ Tage.

	ΔM	$\Delta\mu$	$\Delta\varphi$	$\Delta\Omega$	$\Delta(\pi - \Omega)$	Δi
♀, ♂, ☉, ♃, ♄	+0°12′ 52.″92	+5.″16601	+18′ 19.″70	− 3′ 37.″92	+ 8′ 37.″11	+ 2′ 48.″31
☿	0 0 0 00	0.00000	0 0.00	0 0.00	0 0.00	0 0.00
Emp. Stör.	0 0 0.00	0.00000	0 0.00	—	—	—

1865 Aug. 19.0 — 1871 Juli 15.0. $T_{+2} - T_0 = 2156.0$ Tage.

	ΔM	$\Delta\mu$	$\Delta\varphi$	$\Delta\Omega$	$\Delta(\pi - \Omega)$	Δi
♀, ♂, ☉, ♃, ♄	+2° 3′ 54.″66	+5.″85882	+19′ 45.″18	− 3′ 24.″78	+ 7′ 58.″36	+ 3′ 27.″11
☿	−0 0 0.94	−0.00090	+ 0 0.09	− 0 0.17	+ 0 0.14	− 0 0.01
Emp. Stör.	+0 1 43.34	+0.10000	− 0 3.50	—	—	—

1865 Aug. 19.0 — 1874 Oct. 27.0. $T_{+3} - T_0 = 3356.0$ Tage.

	ΔM	$\Delta\mu$	$\Delta\varphi$	$\Delta\Omega$	$\Delta(\pi - \Omega)$	Δi
♀, ♂, ♁, 2, ♄	+3°45′ 32.″79	+5.″36743	+20′ 14.″34	— 4′ 13.″88	+ 9′ 25.″62	+ 3′ 21.″15
☿	−0 0 7.36	−0.00675	+ 0 0.23	— 0 0.12	+ 0 0.12	0 0.00
Emp. Stör.	+0 5 26.66	+0.20000	— 0 7.00	—	—	—

§ II.

Aufstellung provisorischer Elemente.

Wenn wir mit Hülfe der im vorigen §. mitgetheilten Störungswerthe das System III* auf 1829 Jan. 9.72 Par. Zeit, die Normalepoche Encke's, übertragen, nachdem die mittlere Bewegung desselben vorher um +0.″003 corrigirt worden ist, aus einem Grunde, den auseinanderzusetzen ich für überflüssig halte, so erhalten wir die folgenden Elemente, welche ich mit den von Encke aus der Discussion der 10 Erscheinungen 1819 — 1848 abgeleiteten zusammenstellen werde:

Ep. 1829 Jan. 9.72 M. Par. Zeit.

	System III* Asten.	System X Encke.	System III* − X.
M =	359°58′ 39.″86	359°59′ 21.″93	−42.″07
Ω =	334 29 15.85	334 29 50.98	−35.13
π =	157 18 23.37	157 18 25.75	− 2.38
i =	13 20 42.76	13 20 40.91	+ 1.85
φ =	57 38 6.72	57 38 8.67	− 1.95
μ =	1069.″86588	1069.85193	+0.″01395

Aequ. der Epoche.

Die Unterschiede in den Elementen Ω, π, i, φ und auch μ, soweit dieses Element einen directen Einfluss auf den Ort des Cometen in der einzelnen Erscheinung hat, sind so klein, dass sie den geocentrischen Ort des Cometen nur sehr wenig alteriren können, und liegen in der That innerhalb der Fehlergränzen der Encke'schen Elemente. Es leuchtet daher ein, dass das System III* schon mit grosser Annäherung die Oerter des Cometen während der Zeit von 1819 bis 1875 darstellen würde, wenn es gelänge, die Fehler der aus demselben resultirenden Werthe von M wegzuschaffen. Da die Perihelzeiten aus vorläufigen Discussionen der einzelnen Erscheinungen mit verhältnissmässig sehr grosser Genauigkeit bekannt sind, hat die Ermittelung dieser Fehler keine Schwierigkeit. Die Vergleichung der berechneten Werthe von M mit den aus den angenommenen Perihelzeiten abgeleiteten, welche wir als wirkliche Beobachtungsresultate betrachten wollen, ergiebt im Sinne Rechnung — Beobachtung:

	ΔM		ΔM
1819	—75″.1	1848	+ 15″.6
1822	—66.2	1852	— 1.7
1825	—54.7	1855	— 23.4
1829	—39.0	1858	— 17.8
1832	—17.2	1862	— 3.3
1835	—16.0	1865	0.0
1838	— 4.4	1868	+ 3.9
1842	—10.9	1871	+107.5
1845	— 3.6	1875	+272.6

Es liess sich natürlich erwarten, dass die osculirenden Werthe von M einer Verbesserung bedürfen würden, nicht nur, weil die mittlere Bewegung das am schwierigsten zu bestimmende Element ist, sondern weil die Annahmen für die Acceleration μ' und die Masse des Mercur, der im Jahre 1848, wo der Comet sich diesem Planeten am 22. November bis auf $\rho = 0.039$ näherte, eine sehr bedeutende Störung ausübte, nur ganz beiläufige waren. Es handelte sich daher zunächst darum, durch Verbesserung der Grössen M_0, μ, μ', m_0 diese Fehler möglichst zu beseitigen. Durch Bestimmung dieser 4 Unbekannten, den Principien der Methode der kleinsten Quadrate gemäss, erreichte man jedoch den erstrebten Zweck nicht in befriedigender Weise. Es lag daher zunächst nahe, zu versuchen, was sich durch eine plausibele Correction der Jupitermasse erreichen liesse. Bei der Kleinheit der Correction des benutzten Bessel'schen Werthes, die noch als zulässig erscheinen darf, wenn man nicht mit andern Erscheinungen in Widerspruch gerathen will, und bei der Grösse der störenden Einwirckung des Jupiter gegenüber der der anderen Planeten, reichte es für die Bildung der Coefficienten der bezüglichen Unbekannten natürlich hin, die Gesammtheit der planetarischen Störungen als identisch mit den durch den Jupiter allein erzeugten zu betrachten. Allein auch auf diesem Wege gelangte man nicht zu dem gewünschten Ziele. Die Massen der Venus, des Mars und des Saturn müssen für den vorliegenden Zweck als genügend genau betrachtet werden, da die neuesten Untersuchungen einen Fehler der angewandten Venusmasse von mehr als ein Vierzigstel und einen Fehler der Saturnsmasse von mehr als einigen Tausendsteln als äusserst unwahrscheinlich erscheinen lassen. Die Burkhardt'sche Marsmasse muss zwar wohl jedenfalls um etwa ihren sechsten Theil verkleinert werden, allein Mars übt einen so geringen Einfluss auf die Bewegung des Cometen aus, dass man seine ganze Einwirkung ohne besonderen Schaden für die Genauigkeit hätte vernachlässigen dürfen. Es bleibt daher nur die Erdmasse als eventuel einer Verbesserung fähig übrig. Dieselbe beruht auf dem Encke'schen Werthe der Sonnenparallaxe, und da es schon seit geraumer Zeit keinem Zweifel mehr unterliegen kann, dass diese um eine nicht unbedeutende Quantität zu klein ist, muss auch die Erdmasse nothwendig eine positive Correction von wenigstens ein Zehntel erleiden. Da wir eine endgültige Bestimmung der Sonnenparallaxe aus der Discussion des Venusdurchgangs von 1874 noch erwarten, kann daher

dem Bearbeiter des Encke'schen Cometen die Berechtigung nicht abgestritten werden, die Erdmasse aus der Bewegung des Cometen zu bestimmen. Fällt diese Bestimmung so aus, dass der daraus resultirende Werth der Sonnenparallaxe den auf anderen Wegen gefundenen Zahlen nicht widerspricht, so hat man noch den Vortheil, auf eine wahrscheinlich unerwartete Art einen Beitrag zur Kenntniss dieses wichtigen Elementes der Astronomie zu liefern.

Die Erdmasse kann so ohne Weiteres wie die Jupitermasse nicht in die für die mittleren Anomalien entwickelten Bedingungsgleichungen eingeführt werden, da ihre Coefficienten von den Erdstörungen selbst abhängen. Die Werthe derselben sind aber, wenigstens für die Zeit von 1848 bis 1875 isolirt von den Störungen der übrigen Planeten nicht bekannt. Man hätte daher die Summation der von der Erde allein abhängenden Differentialquotienten noch einmal besonders ausführen müssen, was nicht ohne beträchtlichen Zeitaufwand möglich gewesen wäre, wenn sich in diesem speciellen Falle nicht ein anderes Mittel dargeboten hätte, dessen Anwendung mich dieser Mühe überhob. Dasselbe findet man in der Bekanntschaft mit den absoluten Erdstörungen, welche von Hansen und mir entwickelt worden sind*). Ich werde die beiden Reihen, welche die Störung $n\delta z$ in dem unteren von den Radienvectoren 1 eingeschlossenen Theile der Cometenbahn ausdrücken, hier auf den Augenblick des Periheldurchgangs reducirt angeben, da angenommen werden wird, dass die oben angeführten Correctionen von M für diesen Augenblick gelten. Unter der veränderlichen c' ist die mittlere Anomalie der Erde zu dem Zeitpunkte der Perihelpassage des Cometen, unter x aber die Anzahl der Umläufe desselben, von einem bestimmten Moment an gerechnet, zu verstehen.

$n\delta z =$

Hansen.		Asten.	
$+ 0''.9596x$		$+ 0''.9595x$	
$+20.82 \cos c'$	$- 12''.54 \sin c'$	$+ 21.42 \cos c'$	$- 13''.69 \sin c'$
$+ 8.29 \cos 2c'$	$+ 3.40 \sin 2c'$	$+ 8.21 \cos 2c'$	$+ 3.71 \sin 2c'$
$+17.36 \cos 3c'$	$+179.90 \sin 3c'$	$+ 8.38 \cos 3c'$	$+ 86.41 \sin 3c'$
$+ 1.28 \cos 4c'$	$- 1.16 \sin 4c'$	$+ 3.75 \cos 4c'$	$- 3.06 \sin 4c'$
$+ 7.05 \cos 5c'$	$+ 2.53 \sin 5c'$	$+ 7.14 \cos 5c'$	$+ 2.65 \sin 5c'$
$+ 2.75 \cos 6c'$	$+ 12.99 \sin 6c'$	$+ 0.66 \cos 6c'$	$+ 5.35 \sin 6c'$
$+11.51 \cos 7c'$	$- 12.73 \sin 7c'$	$+ 56.94 \cos 7c'$	$- 54.94 \sin 7c'$
$+ 3.51 \cos 8c'$	$+ 0.85 \sin 8c'$	$+ 3.85 \cos 8c'$	$+ 0.95 \sin 8c'$
$- 0.57 \cos 9c'$	$- 1.57 \sin 9c'$	$- 0.51 \cos 9c'$	$- 1.74 \sin 9c'$
$+29.85 \cos 10c'$	$- 36.48 \sin 10c'$	$+132.09 \cos 10c'$	$-149.77 \sin 10c'$
		$+ 0.59 \cos 11c'$	$+ 0.11 \sin 11c'$
		$- 0.68 \cos 12c'$	$- 1.58 \sin 12c'$
		$+ 2.61 \cos 13c'$	$- 3.73 \sin 13c'$
		$- 3.05 \cos 14c'$	$- 0.12 \sin 14c'$

*) Mémoire sur le calcul des perturbations qu'éprouvent les comètes par P. A. Hansen. Suppl. aux comptes-rendus. — Meine nach derselben Methode durchgeführten Entwickelungen sind bisher nicht veröffentlicht worden.

Die in den Hauptgliedern sehr bedeutenden Unterschiede beider Ausdrücke können grösstentheils aus dem Umstande erklärt werden, dass bei der Integration der Differentialgleichungen von mir der für 1848 Nov. 26.125 M. Par. Zeit osculirende Werth der mittleren Bewegung des Encke'schen Systems $\mu = 1076.''52426$ angewandt wurde, während Hansen den von ihm benutzten Werth $\mu = 1072.71750$ aus entfernten Periheldurchgängen abgeleitet hat. Man kann sich davon überzeugen, wenn man die beiden Reihenentwickelungen durch Anwendung derselben Integrationsmultiplicatoren mit einander vergleichbar macht. Diese freilich nicht mit der grössten Schärfe für die von $3c'$, $7c'$ und $10c'$ abhängenden Coefficienten ausgeführte Reduction meines Systems auf das Hansen'sche giebt:

$$\begin{aligned}(n\delta z) = &+16.''9 \cos 3c' &&+176.''6 \sin 3c'\\ &+14.0 \cos 7c' &&- 13.5 \sin 7c'\\ &+30.9 \cos 10c' &&- 36.2 \sin 10c'\end{aligned}$$

Es ist gewiss als eine Bestätigung der in der Einleitung erörterten Ansicht, dass man von der Anwendung absoluter Störungen auf die Darstelluug der Bewegung eines Körpers, bei dem der Begriff eines mittleren Werthes der mittleren Bewegung seinen Sinn verliert, sich keinen Erfolg versprechen darf, zu betrachten, wenn schon der kleine Unterschied von $\Delta\mu = 3.''8$ hinreicht, den Zahlenwerth gewisser Störungscoefficienten vollständig umzugestalten. Trotzdem liess sich aber voraussehen, dass der Hansen'sche Ausdruck für den Zweck, den ich im Auge hatte, brauchbar sein werde, da der zu Grunde liegende Werth von μ sehr nahe mit demjenigen übereinstimmt, den die Periheldurchgänge von 1819 und 1875 ergeben, nämlich $\mu = 1073.''12198$. Um die Richtigkeit dieser Annahme zu prüfen, mussten zuerst die absoluten Störungen mit den von Encke berechneten speciellen verglichen werden. Die Störung $n\delta z$, als Störungswerth einer idealen Coordinate, ist nicht identisch mit derjenigen, welche das Element M erleidet, sondern in dieselbe gehen noch Glieder ein, welche von π und Ω abhängen. Für das Perihel hat man die Relation:

$$n\delta z = \Delta M + \frac{(1-e)^2}{\sqrt{1-e^2}} \cdot \Delta\pi - 2 \sin\frac{21}{2} i \cdot \frac{(1-e)^2}{\sqrt{1-e^2}} \Delta\Omega$$

oder in Zahlen: $$n\delta z = \Delta M + 0.045\Delta\pi - 0.001\Delta\Omega.$$

Bei der Kleinheit der Störungen, welche die Erde auf π und Ω ausübt, und bei der Kleinheit der Coefficienten in der Gleichung können diese Glieder aber hier völlig vernachlässigt werden. Die speciellen Störungen Encke's und die Reihenentwickelung Hansen's geben:

	Speciell. ΔM	Absolut. $n\delta z$	
		$1c' - 9c'$	$10c'$
1829 Jan. 9.72 — 1819 Jan. 27.25	$-476.''8$	$+45.''8$	$+71.''5$
— 1822 Mai 4.0	-287.3	$+34.9$	$+80.7$
— 1825 Sept. 16.3	-132.5	$+21.0$	$+42.4$

	Speciell. ΔM	Absolut. $n\delta z$	
		$1c' - 9c'$	$10c'$
1829 Jan. 9.72 — 1832 Mai 4.0	+ 7.″0	—150.″2	— 7.″1
— 1835 Aug. 26.3	+152.8	—186.5	+10.1
— 1838 Dec. 19.0	+304.0	—203.3	+51.2
— 1842 Apr. 12.0	+374.6	—311.5	+80.0
— 1845 Aug. 9.6	+556.1	—317.3	+53.3
— 1848 Nov. 26.125	+750.2	—315.9	+59.4

In den beiden die Ueberschrift «absolut» tragenden Columnen ist die Summe der Glieder, welche von den 9 ersten Vielfachen der Veränderlichen c' abhängen, getrennt von den beiden von $10c'$ abhängenden Gliedern aufgeführt worden, da diese so grosse Integrationsmultiplicatoren bekommen, dass schon eine sehr kleine Veränderung der mittleren Bewegung hinreicht, den Zahlenwerth dieser Glieder namhaft zu verändern. Es war daher vorauszusehen, wie sich auch bei der Vergleichung mit den speciellen Störungen herausgestellt hat, dass diese Glieder zu fehlerhaft sein würden, um Anwendung finden zu können. Den unmittelbar berechneten Werthen von $n\delta z$ sind bezüglich die Constanten — 140.″6 und + 38.″7 hinzugefügt worden, um sie auf den Nullpunkt 1829 Jan. 9.72 zu reduciren.

Bei der Vergleichung der speciellen und absoluten Störungen muss das der Zeit proportionale Glied berücksichtigt werden, welches sich bekanntlich bei der doppelten Integration durch mechanische Quadraturen in ΔM erzeugt haben kann, in den absoluten Störungen aber nicht enthalten ist. Nennen wir den Betrag dieses Gliedes während eines Umlaufs des Cometen x und erwägen wir, dass die obigen 9 Umläufe einander so nahe gleich sind, dass sie für unseren Zweck als genau gleich gesetzt werden können, so erhalten wir zur Bestimmung von x die Gleichungen:

	Absolut — Speciell.
$0 = -\ 522.''6 + 3x$	+ 1.″8
$0 = -\ 322.2 + 2x$	—25.0
$0 = -\ 153.5 + 1x$	—20.1
$0 = +\ 157.2 - x$	—16.4
$0 = +\ 339.3 - 2x$	+ 7.9
$0 = +\ 507.3 - 3x$	+13.5
$0 = +\ 686.1 - 4x$	+ 8.3
$0 = +\ 873.4 - 5x$	— 5.4
$0 = +\ 1066.1 - 6x$	—24.5

Die Auflösung derselben nach der Methode der kleinsten Quadrate giebt:

$$x = +\ 173.''6$$

Die Unterschiede der absoluten und speciellen Störungen sind neben den Gleichungen aufgeführt worden. Der mittlere Fehler der absoluten Störungen beträgt danach 16″.75. Da, wie wir später sehen werden, die Erdmasse, mit welcher die Störungsrechnungen ausgeführt worden sind, etwa um ihren sechsten Theil vergrössert werden muss, um die beste Darstellung der Beobachtungen zu erhalten, hat man daher zu erwarten, dass die Benutzung der absoluten Störungen bei Bildung der Coefficienten der Erdmasse, in den osculirenden Werthen von M des definitiven Systems im Mittel Fehler von 2″.8 erzeugen wird. In Wirklichkeit werden dieselben aber viel geringer ausfallen, da sie sich vermuthlich zum grössten Theil dadurch ausgleichen werden, dass sie sich auf die übrigen Unbekannten des Problems werfen. Die Fehlerhaftigkeit der absoluten Störungen wird mit andern Worten die Tendenz haben, die natürlichen oder richtigen Werthe dieser Unbekannten um ein Geringes zu verändern. Zunächst werde ich hier die, unter Ausschluss der von $10c'$ abhängenden Glieder, berechneten absoluten Störungen mit den Perihelzeiten und den zugehörigen Werthen der Variablen c' zusammenstellen:

Perihelzeit.		c'	$n\delta z$
1819 Jan. 27.26	M. Par. Zeit	26°20′.0	+186″.4
1822 Mai 23.97	»	141 38.0	+175.5
1825 Sept. 16.28	»	255 29.0	+161.6
1829 Jan. 9.76	»	9 27.0	+140.6
1832 Mai 3.99	»	122 19.0	— 9.6
1835 Aug. 26.38	»	234 11.5	— 45.9
1838 Dec. 19.02	»	347 28.0	— 62.7
1842 Apr. 12.00	»	100 2.5	—170.9
1845 Aug. 9.61	»	218 7.5	—176.7
1848 Nov. 26.09	»	325 19.0	—175.3
1852 März 14.75	M. Berl. Zeit	72 33.5	—130.8
1855 Juli 1.07	»	178 34.0	— 31.4
1858 Oct. 18.40	»	286 32.5	+100.1
1862 Febr. 6.29	»	36 2.0	+171.5
1865 Mai 27.96	»	145 22.0	+184.4
1868 Sept. 14.65	»	253 38.0	+151.3
1871 Dec. 28.85	»	356 35.5	+ 38.7
1875 Apr. 13.03	»	100 33.0	—169.5

Nach diesen Vorbereitungen können wir die Gleichungen für ΔM bilden. In denselben ist statt $\Delta\mu$ und $\Delta\mu'$ selbst $P.\Delta\mu = (\Delta\mu)$ und $P.\Delta\mu' = (\Delta\mu')$, wo P die Zeit einer Periode bedeutet, angesetzt worden, was den Vortheil mit sich bringt, dass die Coefficienten dieser Unbekannten durch ganze Zahlen ausgedrückt werden können, sofern man sich nämlich erlaubt, die zwischen 1819 und 1875 vollendeten 17 Umläufe alle als von gleicher Dauer zu

betrachten, was, da es sich nur um sehr kleine Correctionen handeln kann, ohne den geringsten Schaden für die Genauigkeit geschehen darf. Die Dauer des mittleren Umlaufs beträgt in diesem Zeitraume 1207.6911 Tage. Ferner ist gesetzt worden:

$$10\,\frac{\Delta m_0}{m_0} = \Delta ☿$$

$$10\,\frac{\Delta m_2}{m_2} = \Delta ♂$$

$$1000\,\frac{\Delta m_4}{m_4} = \Delta ♃$$

1819	$0 = -75''.1$	$+\Delta M_0$	$-14\,(\Delta\mu)$	$+105\,(\Delta\mu')$	$+122.20\,\Delta ☿$	$+0.20\,\Delta ♂$	$+14.66\,\Delta ♃$
1822	$0 = -66.2$	$+\Delta M_0$	$-13\,(\Delta\mu)$	$+91\,(\Delta\mu')$	$+105.51\,\Delta ☿$	$-0.89\,\Delta ♂$	$+10.25\,\Delta ♃$
1825	$0 = -54.7$	$+\Delta M_0$	$-12\,(\Delta\mu)$	$+78\,(\Delta\mu')$	$+89.66\,\Delta ☿$	$-2.28\,\Delta ♂$	$+7.21\,\Delta ♃$
1829	$0 = -39.0$	$+\Delta M_0$	$-11\,(\Delta\mu)$	$+66\,(\Delta\mu')$	$+73.37\,\Delta ☿$	$-4.38\,\Delta ♂$	$+3.88\,\Delta ♃$
1832	$0 = -17.2$	$+\Delta M_0$	$-10\,(\Delta\mu)$	$+55\,(\Delta\mu')$	$+57.68\,\Delta ☿$	$-19.40\,\Delta ♂$	$+1.76\,\Delta ♃$
1835	$0 = -16.0$	$+\Delta M_0$	$-9\,(\Delta\mu)$	$+45\,(\Delta\mu')$	$+41.64\,\Delta ☿$	$-23.03\,\Delta ♂$	$+0.43\,\Delta ♃$
1838	$0 = -4.4$	$+\Delta M_0$	$-8\,(\Delta\mu)$	$+36\,(\Delta\mu')$	$+29.84\,\Delta ☿$	$-24.71\,\Delta ♂$	$-2.43\,\Delta ♃$
1842	$0 = +10.9$	$+\Delta M_0$	$-7\,(\Delta\mu)$	$+28\,(\Delta\mu')$	$+17.35\,\Delta ☿$	$-35.53\,\Delta ♂$	$-4.71\,\Delta ♃$
1845	$0 = +3.6$	$+\Delta M_0$	$-6\,(\Delta\mu)$	$+21\,(\Delta\mu')$	$+4.97\,\Delta ☿$	$-36.11\,\Delta ♂$	$-13.13\,\Delta ♃$
1848	$0 = -15.6$	$+\Delta M_0$	$-5\,(\Delta\mu)$	$+15\,(\Delta\mu')$	$-7.25\,\Delta ☿$	$-35.97\,\Delta ♂$	$-9.73\,\Delta ♃$
1852	$0 = +1.7$	$+\Delta M_0$	$-4\,(\Delta\mu)$	$+10\,(\Delta\mu')$	$-4.68\,\Delta ☿$	$-31.52\,\Delta ♂$	$-6.45\,\Delta ♃$
1855	$0 = +23.4$	$+\Delta M_0$	$-3\,(\Delta\mu)$	$+6\,(\Delta\mu')$	$-2.76\,\Delta ☿$	$-21.58\,\Delta ♂$	$-2.19\,\Delta ♃$
1858	$0 = +17.8$	$+\Delta M_0$	$-2\,(\Delta\mu)$	$+3\,(\Delta\mu')$	$-0.10\,\Delta ☿$	$-8.43\,\Delta ♂$	$-0.48\,\Delta ♃$
1862	$0 = +3.3$	$+\Delta M_0$	$-1\,(\Delta\mu)$	$+1\,(\Delta\mu')$	$+0.24\,\Delta ☿$	$-1.29\,\Delta ♂$	$-0.24\,\Delta ♃$
1865	$0 = 0.0$	$+\Delta M_0$					
1868	$0 = +3.9$	$+\Delta M_0$	$+1\,(\Delta\mu)$	$+0\,(\Delta\mu')$	$0.00\,\Delta ☿$	$-3.31\,\Delta ♂$	$+1.07\,\Delta ♃$
1871	$0 = +107.5$	$+\Delta M_0$	$+2\,(\Delta\mu)$	$+1\,(\Delta\mu')$	$-0.09\,\Delta ☿$	$-14.57\,\Delta ♂$	$+7.43\,\Delta ♃$
1875	$0 = +272.6$	$+\Delta M_0$	$+3\,(\Delta\mu)$	$+3\,(\Delta\mu')$	$-0.74\,\Delta ☿$	$-35.39\,\Delta ♂$	$+13.53\,\Delta ♃$

Der Nullpunkt für diejenigen Grössen, welche von der Zeit abhängen, ist auf die Erscheinung von 1865 verlegt worden. Da die einzelnen Correctionen von M für die Dauer einer ganzen Erscheinung als constant betrachtet werden, ist es im Wesentlichen gleichgültig, auf welchen Zeitpunkt in dieser Erscheinung man diesen Nullpunkt verlegt. Der Bequemlichkeit wegen wird später angenommen werden, dass er auf 1865 Aug. 19.0 fällt, da die Coefficienten von $\Delta ☿$ und $\Delta ♃$ unter dieser Voraussetzung bestimmt sind.

Ein Blick auf obige Gleichungen zeigt, dass die Fehler der beiden letzten nicht weggeschafft werden können, ohne die Darstellung der übrigen M in ganz unzulässiger Weise zu beeinträchtigen, was der bis jetzt unaufgeklärten ausserordentlichen Einwirkung zuzuschreiben ist, welcher, der schon früher gemachten Voraussetzung gemäss, der Comet zwischen 1868 und 1871 ausgesetzt war. Aus diesem Grunde mussten die zu 1871 und 1875 gehörenden Gleichungen von der weiteren Discussion ausgeschlossen werden. Die Auflösung der übrigen ergiebt:

$$\Delta M_0 = -3''.043$$

$$P.\Delta\mu = +4.605 \qquad \Delta\mu = +0''.003812$$

$$P.\Delta\mu' = +5''.597 \qquad \Delta\mu' = +0''.004632$$
$$10\frac{\Delta m_0}{m_0} = -3.5773 \qquad m_0\,☿ = \frac{1}{8563200 \pm 708250}$$
$$10\frac{\Delta m_2}{m_2} = +1.9961 \qquad m_2(♁ + ☾) = \frac{1}{296347 \pm 7087}$$
$$1000\frac{\Delta m_4}{m_4} = -0.2870 \qquad m_4(♃) = \frac{1}{1048.176 \pm 0.565}$$

Setzt man diese Werthe in die Bedingungsgleichungen ein, so erhält man die folgenden Unterschiede der berechneten und beobachteten M:

1819	+4″.1	1845	+4″.4
1822	—2.0	1848	—0.8
1825	—3.8	1852	—8.1
1829	+4.4	1855	+7.6
1832	—3.9	1858	+6.0
1835	—3.6	1862	—2.1
1838	+1.8	1865	—3.0
1842	+0.8	1868	—1.4

Die Summe der Fehlerquadrate ist 278.7, woraus der w. F. eines einzelnen M zu:

$$r(M) = \pm 3''.56$$

folgt. Da der gefundene Werth der Jupitersmasse innerhalb des w. F. mit dem Bessel'schen übereinstimmt, habe ich die Gleichungen noch einmal unter der Annahme $\Delta m_4 = 0$ aufgelöst, die übrigen Unbekannten aber als Functionen von $10\frac{\Delta m_2}{m_2}$ gesucht. Auf diese Weise findet man:

$$\Delta M_0 = -6''.14 \quad +1.3940 \times 10\frac{\Delta m_2}{m_2}$$
$$P.\Delta\mu = +9.3472 \quad -2.4909 \times 10\frac{\Delta m_2}{m_2}$$
$$P.\Delta\mu' = +3.2277 \quad +1.2321 \times 10\frac{\Delta m_2}{m_2}$$
$$10\frac{\Delta m_0}{m_0} = -0.9735 \quad -1.3706 \times 10\frac{\Delta m_2}{m_2}$$

Die übrig bleibenden Fehler, ebenfalls als Functionen der Erdmasse ausgedrückt, sind:

	ΔM	
1819	+ 7″.82	$-1''.71 \times 10\frac{\Delta m_2}{m_2}$
1822	— 2.81	$+0.37 \times 10\frac{\Delta m_2}{m_2}$
1825	— 8.49	$+2.23 \times 10\frac{\Delta m_2}{m_2}$
1829	— 6.38	$+5.12 \times 10\frac{\Delta m_2}{m_2}$

	ΔM	
1832	$+4''.56$	$-4''.39\times 10\frac{\Delta m_2}{m_2}$
1835	-1.56	$-0.86\times 10\frac{\Delta m_2}{m_2}$
1838	$+1.79$	$+0.06\times 10\frac{\Delta m_2}{m_2}$
1842	$+12.83$	$-5.98\times 10\frac{\Delta m_2}{m_2}$
1845	$+4.30$	$-0.71\times 10\frac{\Delta m_2}{m_2}$
1848	-13.02	$+6.30\times 10\frac{\Delta m_2}{m_2}$
1852	-5.01	$-1.43\times 10\frac{\Delta m_2}{m_2}$
1855	$+11.26$	$-1.55\times 10\frac{\Delta m_2}{m_2}$
1858	$+2.74$	$+1.78\times 10\frac{\Delta m_2}{m_2}$
1862	-9.19	$+3.49\times 10\frac{\Delta m_2}{m_2}$
1865	-6.16	$+1.39\times 10\frac{\Delta m_2}{m_2}$
1868	$+7.11$	$-4.41\times 10\frac{\Delta m_2}{m_2}$

In seiner Abhandlung «Investigation of the distance of the Sun etc. etc., Washington, 1867» hat Herr Prof. S. Newcomb die folgende Relation zwischen der Sonnenparallaxe π und der Masse der Erde abgeleitet:

$$\log \pi^3 = 8.35488 + \log m(\oplus)$$

Die in den numerischen Theil dieses Ausdrucks eingehenden Constanten, nämlich die Länge des einfachen Secundenpendels, die Dimensionen des Erdsphäroids und die Länge des siderischen Jahres sind so genau bekannt, dass die vier ersten Stellen desselben als absolut genau angesehen werden können. Die a. a. O. abgeleitete Sonnenparallaxe:

$$\pi = 8''.848 \pm 0''.013$$

würde den Encke'schen Werth der Erdmasse um etwa $\frac{1}{10}$ vergrössern. Man überzeugt sich aber leicht, dass die Vergrösserung der bei den Sörungsrechnungen benutzten gemeinschaftlichen Masse der Erde und des Mondes um diese Quantität den Beobachtungen des Encke'schen Cometen noch nicht genügen kann, da dabei für 2 der am besten bestimmten M, den zu 1842 und 1848 gehörenden, Fehler von:

	ΔM
1842	$+6''.9$
1848	-6.7

übrig bleiben würden. Da diese Fehler bei der Uebertragung auf den geocentrischen Ort mit Factoren von 6 und 8 multiplicirt erscheinen, wodurch z. B. die Rectascensionen von 1848 fast um eine ganze Bogenminute verändert werden würden, muss man schliessen,

dass die Sonnenparallaxe $\pi = 8''.848$ mindestens noch bedeutend fehlerhafter ist, als der von Newcomb angegebene w. F. andeutet. Es erscheint daher vorläufig nicht rathsam, den daraus resultirenden Werth der Erdmasse in die Theorie des Encke'schen Cometen einzuführen. Dagegen geben die von Hansen aus der parallactischen Gleichung des Mondes (Monthly Not. T. XXIII, № 8) und von Le Verrier aus der Mondgleichung der Erde (Annales de l'obs. de Paris T. IV, p. 101) abgeleiteten Parallaxen $\pi = 8''.97$ und $\pi = 8''.95$, indem sie einer Vergrösserung der Erdmasse von etwa $\frac{1}{7}$ entsprechen, eine den Umständen nach recht befriedigende Uebereinstimmung der berechneten und beobachteten M. Da es sich jedoch hier nicht um die Ermittelung des wahrscheinlichsten Werthes der Sonnenparallaxe, sondern um die Aufstellung so genauer provisorischer Elemente des Encke'schen Cometen handelt, dass dieselben als Basis für die definitive Untersuchung dienen können, habe ich als Correction der Erdmasse diejenige Quantität adoptirt, welche die Summe der Fehlerquadrate in M zum Minimum macht, nämlich $\frac{dm_2}{m_2} = +\frac{1}{5}$.

Daraus erhält man:

$$\begin{aligned} \Delta M_0 &= -3''.35 \\ \Delta\mu &= +0.0036137 \\ \Delta\mu' &= +0.0047117 \\ \frac{dm_0}{m_0} &= -0.37147 \end{aligned}$$

Verbessert man die Störungen wegen der veränderten Masse des Mercur und der Erde, bringt an die mittlere Bewegung der Elemente III* die Correction $\Delta\mu = +0''.0066137$ an, da man sich errinnert, dass das System der berechneten Werthe von M schon die Correction $\Delta\mu = +0''.003$ involvirt, und berücksichtigt ausserdem die gefundene Correction von μ', so gelangt man zu dem weiter unten folgenden System von osculirenden Elementen. Ich bezeichne dasselbe mit XVI*, weil es auf 16 Erscheinungen beruht. Das Zeichen (*) ist zugefügt worden, um den provisorischen Charakter anzudeuten.

In Bezug auf die Consequenzen des bei Ableitung der Correction der Erdstörungen eigeschlagenen Verfahrens ist hier noch eine wichtige Bemerkung zu machen. Diese Correction ist hier nur insoweit berücksichtigt worden, als sie Einfluss auf das Element M hat. In der That ist auch die Einwirkung der Erde auf die Elemente π, Ω, i, φ eine so geringe, wie man aus der Encke'schen Zusammenstellung der Erdstörungen ersehen kann, dass eine Veränderung der Erdmasse von ein Fünftel auf diese Elemente ohne merklichen Einfluss bleibt und daher füglich vernachlässigt werden kann. Meine Bemerkung bezieht sich auf das der Zeit proportionale Glied, welches sich, wie schon erwähnt, bei der doppelten Integration durch mechanische Quadraturen den Störungen der Epoche einverleibt aber in den absoluten Störungen fehlt. Da die auf dieses Glied fallende Correction nicht mit berücksichtigt werden konnte, hat man eine andere mittlere Bewegung erhalten, als aus der Anwendung der speciellen Erdstörungen, wenn solche mit der Masse $m_2 = \frac{1.20000}{355499}$ berechnet worden

wäre, hervorgegangen sein würde. Auf die Darstellung der Beobachtungen hat das natürlich durchaus keinen Einfluss. Diesem Umstande muss aber Rechnung getragen werden, wenn man die Berechnung der Erdstörungen mit der verbesserten Masse fortsetzen will, oder wenn man sie wiederholen wollte. Könnte man sich auf die Richtigkeit des oben gefundenen numerischen Werthes dieses Gliedes: $x = +173.''6$ verlassen, so würde es einfach ausreichen, das osculirende μ derjenigen Elemente, von welchen man bei dieser Rechnung ausgeht, um die Quantität:

$$\Delta\mu = -\frac{x}{P}\cdot\frac{dm_2}{m_2} = -0.'1437\,\frac{dm_2}{m_2}$$

zu verändern. Vermuthlich werden die Beobachtungen aber für dieses Glied einen etwas verschiedenen Werth ergeben.

In die Tafel der provisorischen Elemente sind die Constanten mit aufgenommen worden, welche zur Berechnung der rechtwinkligen Aequatorealcoordinaten nach den bekannten Formeln:

$$x = r.\,\sin a\,\sin(\overline{v} + A')$$
$$y = r.\,\sin b\,\sin(\overline{v} + B')$$
$$z = r.\,\sin c\,\sin(\overline{v} + C')$$

dienen. Bei Ableitung dieser Constanten ist derjenige Werth der Schiefe der Ecliptik angewandt worden, den Oppolzer in seinem «Lehrbuch zur Bahnbestimmung der Cometen und Planeten» angiebt, also der von Le Verrier vermindert um $0.''59$. Nicht mit aufgenommen worden sind die zu den Erscheinungen 1871 und 1875 gehörenden Elemente, deren Kenntniss kein Interesse hat, da die Untersuchung über die Natur des Vorgangs, der auf die Bewegung des Cometen zwischen 1868 und 1871 störend eingewirkt hat, aufgeschoben worden ist, bis das aus den 16 älteren Erscheinungen abgeleitete Resultat fertig vorlag.

System XVI.

$$m(\mathrm{☿}) = \frac{0.62853}{5500000}$$
$$m(\mathrm{♀}) = \frac{1}{401839}$$
$$m(\mathrm{♂} + \mathrm{☾}) = \frac{1.20000}{355499}$$
$$m(\mathrm{♂}) = \frac{1}{2680337}$$
$$m(\mathrm{♃}) = \frac{1}{1047.879}$$
$$m(\mathrm{♄}) = \frac{1}{3501.6}$$
$$\mu' = +0.''1047117$$
$$\varphi' = -3.50$$

MITTLERE PARISER ZEIT.

Epoche =	1819 Jan. 27.25	1822 Mai 24.0	1825 Sept. 16.3	1829 Jan. 9.72	1832 Mai 4.0	1835 Aug. 26.3	1838 Dec. 19.0	1842 Apr. 12.0	1845 Aug
M =	359°59′ 52″.13	0° 0′ 33″.24	0° 0′ 20″.88	359°59′ 30″.04	0° 0′ 7″.56	359°58′ 49″.83	359°59′ 43″.97	359°59′ 30″.46	359°59′
φ =	58 3 39.38	57 37 3.00	57 39 46.72	57 38 4.94	57 43 9.52	57 40 43.63	57 41 39.07	57 39 9.76	57 56
Ω =	334 33 1.61	334 24 51.82	334 27 12.86	334 29 14.99	334 31 52.67	334 34 43.29	334 36 25.09	334 38 53.99	334 19
π =	156 59 42.73	157 12 14.73	157 15 1.20	157 18 23.65	157 21 31.58	157 23 59.64	157 27 34.70	157 29 57.17	157 44
i =	13 37 1.84	13 20 25.17	13 21 32.33	13 20 42.61	13 22 16.80	13 21 23 21	13 21 36.29	13 20 34.24	13 7
μ =	1076″.95057	1069″.53675	1070″.33977	1069″.86417	1071″.35140	1070″.77251	1071″.14429	1070″.62078	1075″.3
log a =	0.3452072	0.3472073	0.3469899	0.3471186	0.3467165	0.3468729	0.3467724	0.3469140	0.345
A' =	247°37′ 24″.09	247°48′ 33″.51	247°51′ 23″.68	247°54′ 39″.48	247°57′ 53″.22	248° 0′ 13″.46	248° 3′ 47″.91	248° 6′ 2″.19	248°20′
B' =	153 26 59.85	153 44 18.88	153 46 58.89	153 50 52.82	153 53 47.00	153 56 53.56	154 0 36.24	154 3 37.51	154 20
C' =	165 36 29.17	165 45 6.45	165 47 33.68	165 49 56.10	165 52 50.08	165 54 0.46	165 57 7.44	165 58 16.11	166 14
log sin a =	9.9977660	9 9978331	9.9978334	9.9978432	9.9978418	9.9978541	9.9978574	9.9978695	9.99
log sin b =	9.9102020	9.9115944	9.9114857	9.9115323	9.9113851	9.9114292	9.9113975	9.9114563	9.91
log sin c =	9.7713672	9.7685104	9.7687198	9.7686015	9.7688894	9.7687694	9.7688212	9.7686732	9.76
ε =	23°27′ 46″.00	23°27′ 44″.37	23°27′ 42″.80	23°27′ 41″.22	23°27′ 39″.64	23°27′ 38″.07	23°27′ 36″.49	23°27′ 34″.92	23°27′
Aequ.	1819 Jan. 0.0	der Epoche	der Epoche	der Epoche	der Epoche	der Epoche	der Epoche	der Epoche	der Ep

MITTLERE BERLINER ZEIT.

Epoche =	1849 Febr. 19.0	1852 Juni 23.0	1855 Oct. 6.0	1859 Jan. 28.0	1862 Mai 22.0	1865 Aug. 19.0	1868 Juni 14.0
M =	25°22′ 48″.70	29°58′ 29″.67	28°59′ 7″.62	30°18′ 34″.34	31°15′ 7″.24	24°46′ 10″.35	332°13′ 41″.30
φ =	57 58 47.48	57 57 5.39	57 57 55.54	57 49 16.15	57 51 16.25	57 48 41.77	58 7 1.47
Ω =	334 21 58.12	334 23 22.73	334 25 56.60	334 27 41 15	334 30 38.41	334 32 18.93	334 31 13.70
π =	157 47 44.83	157 51 2.43	157 53 9.22	157 56 57.53	158 1 4 21	158 3 45.97	158 11 15.81
i =	13 8 44.32	13 7 52.58	13 8 7.58	13 4 19.82	13 4 59.95	13 3 53.73	13 6 43.40
μ =	1076″.43235	1076″.36859	1076″.52222	1073″.95939	1074″.40239	1073″.86859	1079″.03460
log a =	0.3453466	0.3453637	0.3453224	0.3460125	0.3458931	0.3460370	0.3446475
A' =	248°23′ 3″.38	248°26′ 14″.92	248°28′ 20″.48	248°31′ 46″.76	248°35′ 54″.09	248°38′ 28″.29	248°46′ 14″.29
B' =	154 23 31.31	154 27 16.44	154 29 35.82	154 34 53.66	154 39 7.10	154 42 22.89	154 48 48.01
C' =	166 16 52 27	166 19 21.31	166 20 44.19	166 22 25.39	166 25 51.06	166 27 33.28	166 36 34.15
log sin a =	9.9978876	9.9978959	9.9979011	9.9979255	9.9979295	9.9979394	9.9979220
log sin b =	9.9125533	9 9126088	9.9125664	9.9128465	9.9127687	9.9128402	9.9126329
log sin c =	9.7664871	9.7663548	9.7661229	9 7658011	9 7659429	9.7657725	9.7662309
ε =	23°27′ 31″.72	23°27′ 30″.29	23°27′ 28″.86	23°27′ 27″.43	23°27′ 25″.53	23°27′ 24″.10	23°27′ 22″.67
Aequ.	1849.0	1852.0	1855.0	1858.0	1862.0	1865.0	1868.0

Bei der Uebertragung der die Bahnebene bestimmenden Elemente von 1865.0 auf andere Aequinoctien sind die folgenden Ausdrücke benutzt worden, welchen die Praecessionsconstante von Le Verrier zu Grunde liegt:

$$\Delta\Omega = +\,50''.89715\,(t-1865.0) + 0.00001962\,(t-1865)^2$$
$$\Delta\pi = +\,50.22052\,(t-1865.0) + 0.00011509\,(t-1865)^2$$
$$\Delta i = +\,0.45444\,(t-1865.0) + 0.00000669\,(t-1865)^2$$

Ich führe noch die folgenden differentiellen Ausdrücke an, deren Kenntniss nützlich ist, wenn man für wenig verschiedene Werthe von Ω, π, i, ε die Aequatorealconstanten berechnen will. Die Coefficienten in denselben sind logarithmisch ausgedrückt.

$$dA' = d(\pi-\Omega) + 9.9928\,d\Omega + 8.9485\,di$$
$$dB' = d(\pi-\Omega) + 0.0465\,d\Omega + 9.5311_n\,di + 9.1623_n\,d\varepsilon$$
$$dC' = d(\pi-\Omega) + 9{\cdot}8280\,d\Omega + 9.6127\,di + 9.4564_n\,d\varepsilon$$

In Einheiten der 7. Dec.:

$$d\log\sin a = 9.6261\,d\Omega + 9.9397_n\,di$$
$$d\log\sin b = 0.2088_n\,d\Omega + 1.1123_n\,di + 1.2541_n\,d\varepsilon$$
$$d\log\sin c = 0.2904\,d\Omega + 1.4475\,di + 1.5482\,d\varepsilon$$

§ III.

Bildung der Normalörter.

Wenn es sich um Ausmittelung der Theorie eines Himmelskörpers gehandelt haben würde, der nur höchst unvollständig bearbeitet gewesen wäre, so hätte der zunächst zu machende Schritt der sein müssen, die sämmtlichen seit 1818 gemachten Beobachtungen des Cometen mit den provisorischen Elementen XVI* zu vergleichen, um aus dem so gewonnenen Material für jede Erscheinung eine Anzahl von Normalörtern bilden zu können. Der wirklich befolgte Gang war aber ein anderer. Für die Zeit von 1818 — 1848 sind sämmtliche Beobachtungen schon von Encke mit Elementen verglichen worden, welche den wahren Lauf des Cometen im Allgemeinen wohl ebenso genau repräsentiren, als die Elemente XVI*. Die hierher gehörenden Zahlen findet man vollständig in den 6 ersten Abhandlungen Encke's «Ueber den Cometen von Pons» aufgeführt. (Abhdl. der math. Kl. der Kgl. Acad. der Wissenschaften zu Berlin 1829, 1831, 1833, 1842, 1844, 1851). Obgleich die Art und Weise der Bildung der Normalörter während dieser Zeit eine Kritik zulässt, da die subjective Ansicht Encke's über die Güte der einzelnen Beobachtungsreihen dabei massgebend gewesen ist, habe ich doch keine Veranlassung finden können, die Encke'schen Bestimmungen zu verändern. Auch für 1852, 1855 und 1858 hat Encke Normalörter gebildet, dieselben aber für 1852 und 1858 nicht auf die Gesammtheit des namentlich für erstere Erscheinung sehr bedeutenden Beobachtungsmaterials gegründet, sondern für 1852 nur auf die Berliner und Bonner, für 1858 nur auf die Berliner Beobachtungen. Auch diese Normalörter, ebenso wie die auf die Beobachtungen am Cap der guten Hoffnung während der Erscheinung von 1855, der einzigen Beobachtungsreihe, welche für dieses Jahr existirt, gegründeten, sind unverändert so beibehalten worden, wie man sie in Encke's 7. und 8. Abhandlung «Ueber den Cometen von Pons» (A. a. O. 1854 u. 1859) angeführt findet. Zu den Erscheinungen von 1861 — 1862, 1865, 1868, 1871, 1875 sind Normalörter von mir abgeleitet worden. Sie beruhen für 1861 — 1862 auf den Berliner und Capbeobachtungen, für 1868 auf der Gesammtheit der Beobachtungen, für 1871 auf allen denjenigen Beobachtungen, welche mit Instrumenten von über 8 Zoll Oeffnung angestellt sind, und für 1875 auf den Moskauer, Pulkowaer und Berliner Beobachtungen. Da es für die Beurtheilung der Sicherheit der bei Ableitung der definitiven Elemente benutzten Positionen wesentlich ist, übersehen zu können, was alle Beobachtungen gegeben haben würden, werde ich eine Vergleichung sämmtlicher seit 1852 angestellter Beobachtungen mit Elementen mittheilen, die für die Zeit 1852 — 1868 nachträglich ausgeführt worden ist, und bei welcher daher das später mitzutheilende definitive System XVI benutzt werden konnte. Die Beobachtungen von 1871 und 1875 sind mit provisorischen Elementen verglichen worden. Bei jeder Erscheinung werde ich auch die Ephemeride mit aufführen, mit deren Hülfe die

Vergleichung mit den Elementen ausgeführt worden ist. Die Berechnung derselben fusst für die Zeit von 1852 — 1862 und 1871 — 1875 im Wesentlichen auf den Sonnenörtern von Le Verrier. Jedoch sind dieselben nur für 1861 — 62 direct den Tafeln entnommen worden. Für 1852, 1855 und 1858 habe ich mich damit begnügt, an die Sonnenlängen des Berliner Jahrbuchs eine constante Correction anzubringen, welche dem Mittel der Correctionen entspricht, die man erhält, wenn man die für die Zeiten der betreffenden Normalörter strenge nach Le Verrier berechneten Sonnenlängen mit den Positionen des Jahrbuchs vergleicht. Die Einzelwerthe dieser Correctionen werden später bei der Zusammenstellung der Normalörter mitgetheilt werden. Die für 1865 und 1868 angewandten Sonnenörter sind die des Berliner Jahrbuchs, welche für diese Jahre auf Hansen und Olufsen's Tafeln beruhen, jedoch im ersteren Jahre verbessert um $\Delta\odot = +1''$, wodurch sie in sehr nahe Uebereinstimmung mit Le Verrier kommen. Von 1871 ab sind im Berliner Jahrbuch die Sonnenörter aus Le Verrier's Tafeln berechnet.

Mit der Zusammenstellung der Beobachtungen des Cometen verbinde ich eine Zusammenstellung der benutzten Vergleichsterne. Die Positionen derselben sind für die Jahre 1852 und 1858 von mir selbst aus den angegebenen Quellen abgeleitet worden. Von 1861 — 1875 habe ich mich damit begnügt, die Positionen der Vergleichsterne so anzusetzen, wie die Beobachter sie selbst angegeben haben. Fanden sich mehrere Bestimmungen für denselben Stern vor, so wurde das Mittel angesetzt, wenn kein besonderer Grund vorlag, anzunehmen, dass einer besonderen Bestimmung ein grösseres Gewicht gebühre, als den anderen, in welchem Falle jene vorgezogen wurde. Das letztere geschah namentlich immer dann, wenn die Position des Sterns durch Beobachtungen an Meridiankreisen (M. B.) bestimmt war. Da die Angaben verschiedener Beobachter für denselben Stern oft nicht unbedeutend differiren, auch wenn sie aus denselben Quellen schöpften, habe ich es nicht für nöthig erachtet, die betreffenden Autoritäten anzuführen, da eine consequente Ableitung der Positionen doch andere Werthe ergeben haben würde. Eine solche auszuführen, musste aber desshalb überflüssig erscheinen, weil Herr Romberg es übernommen hat, die sämmtlichen Sterne, mit denen der Comet in der Zeit von 1852 bis 1875 verglichen worden ist, am hiesigen Meridiankreis zu bestimmen, soweit sie in Pulkowa mit Sicherheit beobachtet werden können. Der Plan des Herrn Romberg erstreckte sich ursprünglich nur auf die Erscheinungen 1861 — 62, 1868, 1871 und 1875. Erst später hat er sich entschlossen, auch die Vergleichsterne von 1852 und 1858 mitzunehmen, obgleich dafür kein so zwingender Grund vorlag, wie für die übrigen, da, wie man sieht, fast überall vortreffliche Bestimmungen existiren. Im Interesse der Gleichförmigkeit ist aber die Ausdehnung des ursprünglichen Planes gewiss höchst dankenswerth. Bisher reducirt sind nur die Beobachtungen der Sterne, mit denen Herr Prof. Bredichin in Moskau und Herr Geh. Rath von Struve in Pulkowa den Cometen im Jahre 1875 verglichen hat. Auch diese Bestimmungen dürften aber durch die definitive Reduction noch kleine Aenderungen erfahren.

Die Beobachtungen sind wegen Aberration und Parallaxe corrigirt. Bei der Reduction wurde die Aberrationsconstante von Struve, als Sonnenparallaxe von 1852 — 1858 $\pi = 8''.57$, von 1865 — 1875 $\pi = 9''.00$ gebraucht. Doch mögen in Bezug auf den angewandten Werth der Sonnenparallaxe wohl einige Inconsequenzen mit untergelaufen sein, die selbstverständlich ohne die geringste Bedeutung sind. Die unter der Rubrik «Planetarische Störungen» aufgeführten Zahlen sind so zu verstehen, dass sie an die aus den osculirenden Elementen resultirenden heliocentrischen Coordinaten angebracht werden müssen, um die Oerter der Ephemeride zu erhalten. Die Störungswerthe des Log. Rad. vect. w_1 und der auf der Ecliptik senkrechten Coordinate $r\delta s$ sind in Einheiten der 7. Decimale ausgedrückt.

1) Erscheinung 1852.

Elemente.

Ep. und Osc. 1852 Juni 23.0 M. Berl. Zeit.

$M = 29°58'31''.26$
$\varphi = 57\ 57\ 6.68$
$\Omega = 334\ 23\ 42.28$
$\pi = 157\ 51\ 5.57$ } M. Aequ. 1852.0
$i = 13\ 7\ 49.67$
$\mu = 1076''.36954$

$\mu' = +0''.104418$
$\varphi' = -3.680$

Planetarische Störungen.

1852	$n\delta z$	w_1	$r\delta s$	1852	$n\delta z$	w_1	$r\delta s$
Jan. 2.25	+6″.41	+301	−178	Febr. 19.25	+1″.32	+219	−25
10.25	+5.45	+291	−154	27.25	+0.62	+189	− 9
18.25	+4.54	+280	−128	März 6.25	+0.06	+152	+ 4
26.25	+3.66	+269	−101	10.25	−0.16	+130	+ 9
Febr. 3.25	+2.84	+256	− 76	14.25	−0.34	+105	+14
11.25	+2.04	+240	− 48	18.25	−0.47	+ 81	+17

Correction der Sonnenlängen des Berliner Jahrbuchs: $\Delta\odot = +2''.7$

Ephemeride.

6^h M. Berl. Zeit	A. R. ☄	Decl. ☄	Log. Entfernung ☄ v. ⊙	Log. Entfernung ☄ v. ♁	Aberr.—Zeit.
1852 Jan. 8	$23^h\ 0^m\ 46^s.70$	$+3°43'39''.6$	0.1367	0.1908	$12^m\ 52^s.3$
9	1 50.26	3 48 12.8	0.1322	0.1901	12 51.1
10	2 55.30	3 52 56.8	0.1276	0.1894	12 49.8
11	4 1.82	3 57 51.6	0.1229	0.1886	12 48.4

6^h M. Berl. Zeit	A. R. ☿	Decl. ☿	Log. Entfernung. ☿ v. ☉	☿ v. ♁	Aberr. — Zeit
1852 Jan. 12	$23^h\ 5^m\ 9^s.83$	$+4°\ 2''57''.1$	0.1182	0.1878	$12^m47^s.0$
13	6 19.31	4 8 13.1	0.1133	0.1869	12 45.4
14	7 30.27	4 13 39.6	0.1084	0.1859	12 43.6
15	8 42.69	4 19 16.5	0.1034	0.1848	12 41.8
16	9 56.57	4 25 3.6	0.0983	0.1837	12 39.8
17	11 11.91	4 31 0.8	0.0931	0.1824	12 37.5
18	12 28.70	4 37 8.1	0.0878	0.1811	12 35.3
19	13 46.93	4 43 25.3	0.0824	0.1797	12 32.9
20	15 6.61	4 49 52.2	0.0769	0.1782	12 30.2
21	16 27.72	4 56 28.7	0.0713	0.1766	12 27.5
22	17 50.28	5 3 14.5	0.0656	0.1750	12 24.7
23	19 14.28	5 10 9.5	0.0598	0.1732	12 21.7
24	20 39.70	5 17 13.4	0.0538	0.1714	12 18.6
25	22 6.55	5 24 26.2	0.0477	0.1694	12 15.2
26	23 34.82	5 31 47.4	0.0415	0.1674	12 11.8
27	25 4.50	5 39 16.9	0.0352	0.1653	12 8.3
28	26 35.59	5 46 54.2	0.0287	0.1630	12 4.4
29	28 8.08	5 54 39.1	0.0221	0.1606	12 0.4
30	29 41.97	6 2 31.2	0.0153	0.1581	11 56.3
31	31 17.26	6 10 30.1	0.0084	0.1555	11 52.0
Febr. 1	32 53.93	6 18 35.4	0.0013	0.1527	11 47.4
2	34 31.98	6 26 46.6	9.9941	0.1498	11 42.8
3	36 11.39	6 35 3.2	9.9867	0.1469	11 38.0
4	37 52.16	6 43 24.6	9.9791	0.1439	11 33.2
5	39 34.27	6 51 50.2	9.9713	0.1407	11 28.2
6	41 17.73	7 0 19.3	9.9633	0.1372	11 22.6
7	43 2.49	7 8 51.0	9.9552	0.1336	11 17.0
8	44 48.54	7 17 24.6	9.9468	0.1299	11 11.2
9	46 35.84	7 25 59.0	9.9382	0.1261	11 5.4
10	48 24.38	7 34 33.3	9.9294	0.1221	10 59.3
11	50 14.10	7 43 5.9	9.9203	0.1179	10 53.0
12	52 4.95	7 51 35.6	9.9109	0.1135	10 46.4
13	53 56.84	8 0 0.8	9.9013	0.1089	10 39.6
14	55 49.83	8 8 20.0	9.8914	0.1041	10 32.5
15	57 43.50	8 16 30.8	9.8813	0.0991	10 25.3
16	59 38.09	8 24 30.8	9.8709	0.0939	10 17.9

6^h M. Berl. Zeit	A. R. ☄	Decl. ☄	Log. Entfernung. ☄ v. ☉	☄ v. ♁	Aberr. — Zeit
1852 Febr. 17	$0^h\ 1^m\ 33^s.28$	$+8°\ 32'\ 17''.5$	9.8601	0.0885	$10^m\ 10^s.2$
18	3 28.89	8 39 48.0	9.8490	0.0828	10 2.3
19	5 24.72	8 46 58.6	9.8376	0.0769	9 54.2
20	7 20.61	8 53 45.0	9.8259	0.0707	9 45.7
21	9 16.27	9 0 2.7	9.8138	0.0642	9 37.1
22	11 11.31	9 5 46.4	9.8013	0.0574	9 28.1
23	13 5.32	9 10 49.7	9.7884	0.0503	9 18.9
24	14 57.78	9 15 5.3	9.7752	0.0428	9 9.3
25	16 48.13	9 18 24.6	9.7616	0.0350	8 59.5
26	18 35.72	9 20 37.3	9.7476	0.0268	8 49.4
27	20 19.69	9 21 33.8	9.7332	0.0183	8 39.2
28	21 59.03	9 20 59.0	9.7184	0.0093	8 28.5
29	23 32.57	9 18 38.2	9.7033	9.9999	8 17.6
März 1	24 58.92	9 14 13.2	9.6879	9.9900	8 6.4
2	26 16.42	9 7 22.7	9.6723	9.9797	7 55.0
3	27 23.13	8 57 42.9	9.6565	9.9689	7 43.3
4	28 16.81	8 44 46.4	9.6406	9.9577	7 31.6
5	28 54.93	8 28 3.3	9 6248	9.9461	7 19.6
6	29 14.44	8 6 56.9	9.6093	9.9340	7 7.6
7	29 12.14	7 40 49.4	9.5943	9.9215	6 55.4
8	28 44.51	7 9 1.9	9.5800	9.9088	6 43.4
9	27 48.17	6 30 58.4	9.5667	9.8960	6 31.7
10	26 19.66	5 46 2.9	9.5549	9.8832	6 20.4
11	24 16.12	4 53 48.9	9.5449	9.8706	6 9.5
12	21 35.71	3 54 5.4	9.5370	9.8585	5 59.3
13	18 17.73	2 46 58.7	9.5316	9.8472	5 50.1
14	14 23.60	1 33 4.6	9.5287	9.8369	5 41.9

Vergleichsterne.

	Autorität	A. R. 1852.0	Decl. 1852.0
1	Pulk. 6. Bd.....	$22^h56^m\ 20^s.73$	$+3°\ 1'\ 26''.4$
2	Santini.	23 3 42.75	4 17 5.6
3	B. B. 6. Bd.....	6 29.18	4 11 34.7
4	» » ...	11 15.22	4 22 46.7
5	» » ...	11 18.92	4 36 5.1
6	Schjellerup....	12 37.96	4 30 21.0
7	W. u. Rümk....	12 48.39	4 34 29.5
8	Rümk.....	14 31.26	4 41 39.0
9	B. B. 6. Bd.....	15 35.06	4 47 57.6
10	» » ...	16 50.17	5 22 28.5
11	B. B. 6. Bd....	$23^h17^m\ 50^s.22$	$+5°13'\ 43''.8$
12	» » ..	20 14.30	4 55 27.9
13	W. u. Rümk....	20 27.93	5 34 0.5
14	Rümk. u. Schj..	20 44.09	5 15 40.7
15	B. B. 6. Bd.....	20 44.85	5 17 8.7
16	» » ...	20 56.61	4 59 38.2
17	W. u. Rümk....	22 0.36	5 17 20.2
18	W. u. Rümk.. .	22 50.44	5 36 38.2
19	V. I. S. d. a. G.	32 20.33	4 49 28.0
20	B. B. 6. Bd. ...	34 24.49	6 25 54.1

	Autorität	A. R. 1852.0	Decl. 1852.0
21	B. B. 6. Bd. ...	23^h40^m 38.95	+7°25′ 27.5
22	» » ...	42 55.58	7 17 31.4
23	» » ...	47 25.60	7 43 23.1
24	» » ...	47 26.31	7 33 58.5
25	Rümk. u. Schj..	48 3.73	7 24 1.7
26	V. I. S. d. a. G.	51 42.79	6 2 37.5
27	B. B. 6. Bd. ...	54 49.62	8 7 57.4
28	» » ...	54 56.00	7 39 47.3
29	» » ...	57 28.29	8 27 26.0
30	Rümk. u. Schj..	57 44.55	7 57 56.5
31	B. B. 6. Bd. ...	58 32.86	8 53 29.5
32	» » ...	0 1 38.05	8 47 17.8
33	» » ...	3 0.28	9 14 28.9
34	» » ...	3 42.65	8 15 55.8
35	» » ...	4 12.04	8 19 1.1
36	» » ...	5 43.20	8 6 24.2
37	» » ...	7 48.52	8 55 47.9
38	Weisse.....	9 8.97	9 25 17.9
39	B. B. 6. Bd. ...	9 24.96	9 34 0.0
40	» » ...	9 28.11	9 40 47.8
41	Schjellerup	10 32.50	2 58 28.2
42	B. B. 6. Bd. ...	11 12.50	9 23 39.2
43	» » ...	12 36 26	8 42 24.1
44	» » ...	12 51.63	9 6 55.0
45	Rümk. u. Schj..	12 59.04	7 22 5.0
46	B. B. 6. Bd. ...	15 19.96	9 25 13.3
47	B. B. 6. Bd. ...	0^h16^m 7.85	+8°48′ 16.7
48	» » ...	16 20.07	9 6 8.9
49	» » ...	19 15.45	9 19 46.4
50	Rümk. u. Schj..	20 41.16	9 22 44.4
51	W. u. Rümk....	21 52.89	9 34 4.2
52	B. B. 6. Bd. ...	23 25.87	8 29 19.0
53	W. u. Rümk....	24 45.87	6 8 15.0
54	B. B. 6. Bd. ...	25 49.89	8 57 14.3
55	Rümk. u. Schj .	26 30.80	9 29 20.0
56	Weisse.....	26 30.92	5 8 21.0
57	B B. 6. Bd. ...	26 52.00	8 16 0.2
58	» » ...	27 51.64	7 19 53.9
59	» » ...	28 45.42	8 3 34.3
60	Rümker.....	29 57.82	8 49 34.2
61	Weisse.....	30 3.50	7 12 23.0
62	»	30 27.77	9 0 54.1
63	B. B. 6. Bd. ...	30 18.97	7 6 5.5
64	» » ...	32 3.25	7 18 34.6
65	» » ...	32 18.98	7 40 33.5
66	» » ...	33 33.18	8 32 45.0
67	Rümk. u. Schj..	36 40.53	+6 57 42.6
68	B. A. C.....	37 33.80	—0 33 23.3
69	Pulk. 6. Bd.....	40 36.92	+6 29 26.3
70	W. u Rümk....	41 0.40	6 46 43.3
71	Pulk. 6 Bd.	54 47.72	8 1 28.9

Zu den Berliner, Bonner, Paduaner und Wiener Beobachtungen des Cometen sind die benutzten Positionen der Vergleichsterne nicht angegeben. Die Bonner Beobachtungen sind hier so mitgetheilt, wie sie Encke nach einer handschriftlichen Mittheilung von Argelander in der 7 Abhandlung «Ueber den Cometen von Pons» aufführt, wo man bemerkt findet, dass die Astr. Nachr. Band XXXIV pag. 191 veröffentlichten Messungen von Neuem reducirt sind, nachdem die sämmtlichen Vergleichsterne am Meridiankreise der Bonner Sternwarte bestimmt worden waren. Da ein grosser Theil dieser Sterne auch in Berlin mit dem Cometen verglichen worden ist, konnte auch ein Theil der dort gemachten Beobachtungen auf die neuen Oerter, die selbst leider nicht mitgetheilt sind, bezogen werden.

Vergleichung der Beobachtungen des Cometen mit der Ephemeride.

				A. R.		Decl.		Rechn.—Beob.		
№	Ort der Beob.	Dat.	M. Berl. Z.	Beob.	Rechn.	Beob.	Rechn.	Δ A. R.	Δ Decl.	№ d. Vglst.
1	Kremsmünster	1852 Jan. 12	6^h19^m 1.9	$23^h5^m10.08$	10.74	+4° 2′ 15.8	3′ 1.2	+0.66	+45.4	3, 1
2	Washington ...		12 36 3.3	5 27.10	28.79	4 4 56.8	4 23.0	+1.69	—33.8	2, 3
3	Kremsmünster	13	6 22 41.1	6 19.62	20.42	4 7 45.6	8 18.1	+0.80	+32.5	3
4	Cambridge U. S.		12 22 49.1	6 36.44	38.03	4 9 29.4	9 38.8	+1.59	+ 9.4	3
5	Washington....	14	12 30 11.7	7 47.42	49.75	4 14 56.0	15 9.9	+2.33	+13.9	3
6	Berlin.....	15	7 2 26.3	8 43.03	45.86	4 19 18.2	19 31.3	+2.83	+13.1	—
7	Bonn.....	16	7 4 1.0	9 59.94	59.89	4 25 23.9	25 19.3	—0.05	— 4.6	—
8	Durham.....	17	7 22 13.6	11 15.33	16.25	4 31 50.2	31 21.5	+0.92	—28.7	7
9	Markree		7 59 48.1	11 17.94	18.25	4 31 29.1	31 31.0	+0.31	+ 1.9	5, 6, 7
10	Durham.....		8 13 9.2	11 17.72	18.95	4 31 49.0	31 34.3	+1.23	—14.7	6
11	Cambridge U. S.		12 27 45.4	11 32.43	32.44	4 32 29.5	32 38.7	+0.01	+ 9.2	5
12	Washington ...	19	12 37 29.3	14 8.70	8.78	4 45 16.9	45 11.1	+0.08	— 5.8	7
13	Cambridge U. S.		12 50 9.3	14 8.44	9.48	4 45 8.6	45 14.5	+1.04	+ 5.9	8
14	Kremsmünster.	20	6 29 7.9	15 7.18	8.24	4 49 58.7	50 0.2	+1.06	+ 1.5	10, 13
15	Berlin.....		6 31 38.8	15 6.17	8.37	4 49 55.0	50 0.8	+2.20	+ 5.8	—
16	Hamburg.. ...		6 44 17.1	15 8.62	9.08	4 50 7.5	50 4.3	+0.46	— 3.2	7, 8

№	Ort der Beob.	Dat.	M. Berl. Z.	A. R. Beob.	A. R. Rechn.	Decl. Beob.	Decl. Rechn.	Rechn.—Beob. Δ A. R.	Δ Decl.	№ d. Vglst.
17	Bonn	1852 Jan. 20	$7^h18^m35^s.1$	$23^h15^m10^s.01$	$11^s.00$	+4°50′ 4″.3	50′ 13″.6	+0^s.99	+ 9″.3	—
18	Markree		7 48 23.6	15 11.89	12.66	4 50 14.5	50 21.7	+0.77	+ 7.2	8
19	Cambridge U. S.		12 19 41.7	15 26.77	27.99	4 51 30.2	51 35.9	+1.22	+ 5.7	9
20	Bonn	21	7 52 29.3	16 33.21	34.12	4 56 55.7	57 0.1	+0.91	+ 4.4	—
21	Hamburg	22	6 45 9.8	17 53.40	52.89	5 3 25.3	3 27.4	−0.51	+ 2.1	14, 16
22	Bonn		6 45 48.6	17 52.19	52.93	5 3 14.8	3 27.6	+0.74	+12.8	—
23	»		7 8 59.9	17 53.37	54.28	5 3 17.5	3 34.3	+0.91	+16.8	—
24	»		7 30 24.8	17 54.43	55.51	5 3 29.6	3 40.3	+1.08	+10.7	—
25	Berlin		8 16 33.5	17 57.86	58.56	5 3 45.6	3 53.5	+0.70	+ 7.9	—
26	Washington		12 44 42.5	18 13.08	13.75	5 4 57 4	5 10.2	+0.67	+12.8	11
27	Markree	23	7 45 44.0	19 19.40	20.50	5 10 29.6	10 40.3	+1.10	+10.7	10, 11, 14, 15
28	Washington		12 32 59.9	19 35.77	37.45	5 11 59.9	12 4.3	+1.68	+ 4.4	14
29	Cambridge U. S.		12 46 20.5	19 37.11	38.24	5 11 59.4	12 8.2	+1.13	+ 8.8	14
30	Wien	24	6 34 26.1	20 41.64	41.74	5 17 20.4	17 23.4	+0.10	+ 3.0	—
31	Berlin		6 41 55.1	20 40.91	42.21	5 17 13.6	17 25.9	+1.30	+12.3	—
32	Kremsmünster		6 46 45.3	20 43.58	42.50	5 17 1.4	17 27.4	−1.08	+26.0	13
33	Berlin		7 44 11.4	20 45.03	45.93	5 17 40.1	17 44.4	+0.90	+ 4.3	—
34	Markree		7 45 4.9	20 45.37	45.99	5 17 41.7	17 44.7	+0.62	+ 3.0	14
35	»		7 54 17.3	20 45.86	46.54	5 17 43.0	17 47.5	+0.68	+ 4.5	14
36	Washington		12 31 8.8	21 2.50	3.14	5 19 1.7	19 10.1	+0.64	+ 8.4	14
37	»	25	12 44 17.3	22 30.86	31.19	5 26 23.7	26 29.3	+0.33	+ 5.6	17
38	Hamburg	26	6 43 1.8	23 36.90	37.48	5 32 25.5	32 0.7	+0.58	−24.8	18
39	Washington		12 51 51.0	24 0.71	0.33	5 33 52.2	33 55.1	−0.38	+ 2.9	18
40	Hamburg	27	6 38 34.8	25 7.00	6.92	5 39 28.4	39 29.1	−0.08	+ 0.7	18
41	Washington		12 31 41.9	25 28.63	29.14	5 41 22.0	41 20.5	+0.51	− 1.5	18
42	Liverpool	28	7 6 27.7	26 39.75	39.83	5 46 49.8	47 15.5	+0.08	+25.7	19
43	»		7 21 26.9	26 40.91	40.78	5 46 49.5	47 20.3	−0.13	+30.8	19
44	Cambridge U. S.	Febr. 2	12 24 47.6	34 58.07	58.41	6 28 57.8	28 58.8	+0.34	+ 1.0	20
45	Washington		12 43 18.8	34 59.14	59.68	6 28 57.9	29 5.2	+0.54	+ 7.3	20
46	»	3	12 45 32.5	36 38.47	39.61	6 37 14.3	37 23.9	+1.14	+ 9.6	20
47	Liverpool	6	7 39 22.1	41 24.95	24.94	7 0 45.6	0 54.6	−0.01	+ 9.0	26
48	»		8 7 21.6	41 27.70	26.95	7 1 9.8	1 4.5	−0.75	− 5.3	26
49	Padua	7	6 33 22.2	43 5.01	4.94	7 9 27.0	9 2.9	−0.07	−24.1	—
50	Triest		7 4 50.7	43 6.97	7.23	7 9 13.3	9 14.1	+0.26	+ 0.8	24
51	Washington		13 12 16.4	43 33.94	34.19	7 11 20.2	11 25.2	+0.25	+ 5.0	22
52	Kremsmünster	8	7 5 36.8	44 52.19	53.40	7 17 44.1	17 48.0	+1.21	+ 3.9	25, 28
53	Durham		7 47 39.9	44 55.87	56.52	7 18 2.0	18 3.1	+0.65	+ 1.1	25
54	Washington		12 37 4.2	45 17.02	18.01	7 19 39.7	19 46.4	+0.99	+ 6.7	21
55	Kremsmünster	9	6 40 21.9	46 37.53	38.86	7 25 53.8	26 13.4	+1.33	+19.6	25, 28
56	»		7 7 19.3	46 39.30	40.88	7 26 16.1	26 23.0	+1.58	+ 6.9	25, 28
57	Durham		7 37 49.4	46 42.73	43.18	7 26 31.2	26 33.9	+0.45	+ 2.7	25
58	Washington		12 49 28.4	47 6.21	6.58	7 28 38.4	28 25.3	+0.37	−13.1	25
59	Berlin	10	6 26 57.3	48 25.92	26.42	7 34 44.2	34 42.9	+0.50	− 1.3	—
60	Kremsmünster		7 4 54.3	48 28.57	29.31	7 34 40.4	34 56.4	+0.74	+16.0	28
61	Berlin		7 9 24.5	48 29.45	29.64	7 34 57.2	34 58.1	+0.19	+ 0.9	—
62	Haverhill		7 27 21.0	48 30.06	31.01	7 34 48.2	35 4.5	+0.95	+16.3	25
63	Kremsmünster		7 34 18.8	48 30.58	31.53	7 34 59.7	35 7.0	+0.95	+ 7.3	25, 28
64	Liverpool		7 36 56.8	48 31.87	31.73	7 34 44.4	35 7.7	−0.14	+23.3	28
65	»		8 10 6.4	48 33.88	34.24	7 34 56.3	35 19.7	+0.36	+23.4	28
66	»		8 25 6.2	48 35.08	35.37	7 35 6.9	35 25.1	+0.29	+18.2	28
67	Triest	11	7 21 9.1	50 19.42	20.32	7 43 32.3	43 34.7	+0.90	+ 2.4	23
68	Haverhill		7 32 56.3	50 21.73	21.22	7 43 40.9	43 38.9	−0.51	− 2.0	25
69	»	12	7 37 23.0	52 11.20	12.49	7 51 59.2	52 10.0	+1.29	+10.8	27
70	Washington		12 35 16.7	52 35.55	35.56	7 53 57.5	53 54.8	+0.01	− 2.7	27
71	Königsberg	13	7 14 32.1	54 2.42	2.67	8 0 27.4	0 26.8	+0.25	− 0.6	27
72	Haverhill		7 26 24.9	54 2.98	3.60	8 0 8.5	0 31.0	+0.62	+22.5	27
73	Markree		8 16 16.4	54 7.34	7.49	8 0 36.1	0 48.3	+0.15	+12.2	27
74	Wien	14	6 30 4.8	55 51.86	52.19	8 8 32.0	8 30.4	+0.33	− 1.6	—
75	Cracau		7 4 20.9	55 54.63	54.89	8 8 33.3	8 42.1	+0.26	+ 8.8	27, 28
76	Königsberg		7 9 0.7	55 54.29	55.26	8 8 31.8	8 43.7	−0.03	+11.9	27
77	Bonn		7 21 31.2	55 55.55	56.24	8 8 42.7	8 48.1	+0.69	+ 5.4	—
78	Leiden		7 36 40.7	55 59.99	57.43	8 9 2.0	8 53.3	−2.56	− 8.7	27
79	Breslau		7 53 21.8	55 58.40	58.75	—	—	+0.35	—	27
80	Königsberg		7 53 37.	55 58.09	58.79	8 8 48.1	8 59.0	+0.70	+10.9	27

№	Ort der Beob.	Dat.	M. Berl. Z.	A. R. Beob.	A. R. Rechn.	Decl. Beob.	Decl. Rechn.	Rechn.—Beob. Δ A. R.	Rechn.—Beob. Δ Decl.	№ d. Vglst.
81	Washington	1852 Feb. 14	$12^h46^m16^s.3$	$23^h56^m21^s.28$	$21^s.81$	+8°10′39″.0	10′39″.5	+0^s.53	+0″.5	27
82	Cambridge U. S.		13 3 13.8	56 22.72	23.15	8 10 44.1	10 45.2	+0.43	+1.1	27
83	Cracau	15	6 44 22.1	57 48.34	47.02	8 16 54.6	16 45.8	−1.32	−8.8	27,29,30 in α, 27,29,31 in δ
84	Padua		6 49 48.4	57 47.12	47.45	8 16 45.9	16 47.6	+0.33	+1.7	—
85	Bonn		6 51 8.7	57 47.41	47.56	8 16 55.2	16 48.0	+0.15	−7.2	—
86	Triest		7 1 44.3	57 47.91	48.39	8 16 50.4	16 51.6	+0.48	+1.2	34
87	»	16	6 56 10.9	59 42.05	42.57	8 24 46.8	24 49.3	+0.52	+2.5	29
88	Padua	17	7 10 32.9	0 1 39.18	38.93	8 32 42.3	32 40.0	−0.25	−2.3	—
89	Triest		7 13 45.0	1 38.28	39.19	8 32 42.7	32 41.0	+0.91	−1.7	31, 36
90	Washington		12 55 21.1	2 6.33	6.60	8 34 28.2	34 29.2	+0.27	+1.0	35
91	Durham	18	7 47 5.2	3 37.30	37.50	8 40 19.3	40 20.8	+0.20	+1.5	32
92	Hamburg		7 47 35.1	3 36.82	37.54	8 40 5.0	40 21.0	+0.72	+16.0	35
93	Haverhill		8 11 11.3	3 37.42	39.43	8 40 31.4	40 28.1	+2.01	−3.3	25
94	Bonn	19	7 7 21.6	5 29.66	30.14	8 47 18.3	47 18.2	+0.48	−0.1	—
95	»		7 24 12.2	5 30.63	31.50	8 47 19.2	47 23.1	+0 87	+3.9	—
96	Hamburg		7 24 29.3	5 31.80	31.52	8 47 30.1	47 23.1	−0.28	−7.0	37
97	Liverpool		7 41 45.5	5 32.75	32.91	8 47 19.9	47 28.2	+0.16	+8.3	45
98	»		7 56 45.1	5 33.78	34.12	8 47 25.3	47 32.5	+0.34	+7.2	45
99	Durham		8 5 16.2	5 34.33	34.91	8 47 30.6	47 35.4	+0.58	+4.8	37
100	Liverpool		8 11 45.3	5 35.00	35.32	8 47 26.7	47 36.9	+0.32	+10.2	45
101	»		8 26 45.5	5 36.67	36.53	8 47 33.7	47 41.2	−0.14	+7.5	45
102	Triest	20	6 45 24.6	7 23.35	24.27	8 53 51.8	53 57.4	+0.92	+5.6	37
103	Berlin		6 51 50.1	7 24.37	24.78	8 53 54.9	53 59.1	+0.41	+4.2	—
104	Wien		7 7 18.5	7 25.20	26.03	8 53 54.4	54 3.4	+0.83	+9.0	—
105	Hamburg		7 15 7.7	7 25.92	26.65	8 53 58.7	54 5.5	+0.73	+6.8	37
106	Bonn		7 22 54.6	7 26.29	27.28	8 54 6.4	54 7.6	+0.99	+1.2	—
107	Haverhill		7 46 44.7	7 28.20	29.19	8 54 11.5	54 14.1	+0.99	+2.6	25
108	Cracau	21	6 44 6.8	9 20.94	19.80	8 59 21.0	0 13.7	−1.14	−7.3	38
109	Padua		6 44 12.9	9 20.04	19.81	9 0 20.6	0 13.8	−0.23	−6.8	—
110	Kremsmünster		6 56 55.2	9 19.74	20.84	9 0 25.0	0 17.0	+1.10	−8.0	41, 67
111	Triest		6 58 39.9	9 19.52	20.98	9 0 16.6	0 17.4	+1.46	+0.8	42, 43
112	Durham		8 0 36.2	9 25.65	25.94	9 0 26.3	0 32.9	+0.29	+6.6	37
113	Markree		8 24 11.9	9 27.31	27.83	9 0 40.1	0 38.8	+0.52	−1.3	37
114	Leiden	22	7 26 54.3	11 21.04	18.29	—	—	−2.75	—	44
115	»		7 38 12.3	—	—	9 6 25.0	6 8.5	—	−16.5	44
116	Haverhill		7 41 50.5	11 19.16	19.48	9 5 59.4	6 9.2	+0.32	+9.8	38
117	Durham		7 51 48.0	11 19 73	20.29	9 6 6.7	6 11.5	+0.56	+4.8	44
118	Berlin	23	7 7 37.1	13 9.78	10.64	9 10 59.1	11 2.9	+0.86	+3.8	—
119	Leiden		7 18 50.4	13 14.38	11.52	9 11 21.3	11 5.0	−2.86	−16.3	44
120	Hamburg		7 21 40.3	13 11.44	11.74	9 10 54.9	11 5.6	+0.30	+10.7	44
121	Bonn		7 25 45.5	13 11.49	12.06	9 11 9.0	11 6.4	+0.57	−2.7	—
122	»		7 34 6.9	13 12.19	12.72	9 10 57.1	11 8.0	+0.53	+10.9	—
123	Durham		7 56 9.0	13 13.86	14.45	9 11 7.9	11 12.2	+0.59	+4.3	48
124	Cracau	24	6 53 13.7	15 3.02	1.90	9 15 4.6	15 13.8	−1.12	+9.2	38,39,40 in α, 40 in δ
125	Wien		7 0 25.2	15 2.61	2.46	9 15 10.3	15 14.9	−0.15	+4.6	—
126	Kremsmünster		7 1 19.0	15 2.27	2.53	9 15 17.6	15 15.0	+0.26	−2.6	50, 55
127	Bonn		7 2 40.5	15 1.79	2.63	9 15 10.7	15 15.3	+0.84	+4.6	—
128	Berlin		7 15 56.5	15 3.24	3.66	9 15 12.4	15 17.3	+0.42	+4.9	—
129	Bonn		7 26 49.0	15 3.21	4.50	9 15 12.4	15 19.0	+1.29	+6.6	—
130	Leiden		7 27 54.0	15 7.60	4.59	9 15 37.9	15 19.3	−3 01	−18.6	49
131	Breslau		7 50 58.1	15 6.90	6.38	9 15 32.9	15 22.9	−0 52	−10.0	49, 50, 51
132	Durham		7 57 23.2	15 6.60	6.87	9 15 19.8	15 23.9	+0.27	+4.1	49
133	Markree		8 7 51.1	15 7.18	7.68	9 15 28.8	15 25.5	+0.50	−3.3	48
134	»		8 37 59.4	15 9.39	10.01	9 15 33.2	15 30.2	+0.62	−3.0	48
135	Padua	25	6 40 51.1	16 52.64	51 22	9 18 17.7	18 29.4	−1.42	+11.7	—
136	Cracau		6 41 45.1	16 53.65	51.29	—	—	−2.36	—	50, 51
137	Wien		6 46 51.6	16 51.42	51.68	9 18 30.2	18 30.0	+0.26	−0.2	—
138	Kremsmünster		6 48 35.0	16 51.70	51.81	9 18 27.8	18 30.3	+0.11	+2.5	50, 55
139	Triest		6 53 9.5	16 51.50	52.16	9 18 23.3	18 30.7	+0.66	+7.4	49
140	Königsberg		7 0 4.0	16 52.54	52.68	9 18 22.6	18 31.5	+0 14	+8.9	47
141	Berlin		7 1 57.2	16 52.61	52.83	9 18 28.4	18 31.8	+0.22	+3.4	—
142	Kremsümnster		7 3 12.3	16 52.43	52.92	9 18 22.9	18 31.9	+0.49	+9.0	50

№	Ort der Beob.	Dat.	M. Berl. Z.	A. R. Beob.	A. R. Rechn.	Decl. Beob.	Decl. Rechn.	Rechn.—Beob. Δ A. R.	Δ Decl.	№ d. Vglst.
143	Leiden	1852 Feb. 25	$7^h\ 9^m 47^s.8$	$0^h 16^m 56^s.30$	$53^s.41$	$+9°18'\ 49''.1$	$18'\ 32''.7$	$-2^s.89$	$-16''.4$	49
144	Bonn		7 12 23.2	16 53.31	53.62	9 18 26.2	18 33.0	+0.31	+ 6.8	—
145	Breslau		7 15 9.9	16 53.22	53.83	9 18 31.0	18 33.3	+0.61	+ 2.3	49, 50
146	Hamburg		7 54 26.5	16 56.99	56.80	9 18 28.8	18 37.7	−0.19	+ 8.9	44, 49, 50
147	Markree		8 7 15.8	16 57.52	57.77	9 18 31.6	18 39.2	+0.25	+ 7.6	49
148	»		8 31 5.2	16 59.01	59.57	9 18 34.4	18 41.9	+0.56	+ 7.5	49
149	Padua	26	6 34 58.3	18 38.51	38.29	9 20 45.0	20 39.7	−0.22	− 5.3	—
150	Wien		6 39 24.1	18 38.61	38.61	9 20 42.7	20 39.9	0.00	− 2.8	—
151	Cracau		6 50 49.9	18 41.21	39.46	—	—	−1.75	—	50, 51
152	Königsberg		6 52 17.5	18 39.31	39.57	9 20 29.7	20 40.8	+0.26	+11.1	49
153	Triest		6 57 23.2	18 39.63	39.94	9 20 36.5	20 41.1	+0.31	+ 4.6	49
154	Breslau		7 18 53.8	18 41.34	41.53	9 20 37.3	20 42.6	+0.19	+ 5.3	49, 50, 51
155	Padua	27	6 50 10.0	20 23.48	23.24	9 21 22.6	21 34.2	−0.24	+11.6	—
156*	Hamburg		7 10 26.4	21 35.74		9 32 47.2				51
157	Triest		7 18 11.9	20 24.74	25.21	9 21 29.0	21 34.4	+0 47	+ 5.4	49
158	Haverhill		7 43 2.3	20 27.25	26.97	9 21 31.7	21 34.6	−0.28	+ 2.9	50
159	Cracau	28	6 37 16.4	22 2.66	1.53	—	—	−1.13	—	51
160	Padua		6 50 56.4	22 1.85	2.45	9 20 47.3	20 56.0	+0.60	+ 8.7	—
161	Wien		6 58 2.7	22 3.09	2.93	9 20 54.1	20 55.5	−0.16	+ 1.4	—
162	Haverhill		7 23 34.1	22 4.45	4.64	—	—	+0.19	—	50
163	»		7 26 13.1	—	—	9 20 43.2	20 53.8	—	+10.6	50
164	Triest		7 32 38.7	22 4.75	5.25	9 20 45.3	20 53.4	+0.50	+ 8.1	50
165	Liverpool		8 2 15.3	22 6.39	7.22	9 20 43.8	20 51.5	+0.83	+ 7.7	55
166	Durham		8 12 38.9	22 7.08	7.92	9 20 44.0	20 50.8	+0.84	+ 6.8	50
167	Liverpool		8 24 15.8	22 8.15	8.69	9 20 39.2	20 50.1	+0.54	+10.9	55
168	Washington	29	12 48 30.9	23 57.53	57.87	9 17 34.5	17 36.7	+0.34	+ 2.2	55
169	Padua	März 1	7 0 14.8	25 2.80	2.36	9 14 4.8	13 59.1	−0.44	− 5.7	—
170	Hamburg		7 29 51.0	25 4 02	4.05	9 13 49.6	13 52.1	+0.03	+ 2.5	55
171	Washington		12 53 17.9	25 21.48	22.16	9 12 24.7	12 31.2	+0.68	+ 6.5	55
172	Hamburg	2	7 11 3.5	26 19.42	19.99	9 7 4.9	6 58.6	+0.57	− 6.3	55
173	Haverhill		7 37 6.8	26 20.97	21.29	9 6 34.1	6 49.7	+0.32	+15.6	55
174	Berlin		7 40 35.1	26 20.63	21.47	9 6 39.4	6 48.5	+0.84	+ 9.1	—
175	Leiden		7 43 44.6	26 23.78	21.63	9 6 58.4	6 47.5	−2.15	−10.9	54
176	Liverpool		7 47 15.5	26 20.89	21.80	9 6 31.3	6 46.3	+0.91	+15.0	50
177	»		7 59 15.4	26 21.66	22.39	9 6 27.9	6 42.1	+0.73	+14.2	50
178	»		8 4 15.5	26 22.50	22.65	9 6 21.6	6 40.4	+0.15	+18.8	50
179	»		8 23 15.9	26 22.74	23.59	9 6 19.2	6 33.8	+0.85	+14.6	50
180	Markree		8 30 37.7	26 23.17	23.96	9 6 29.8	6 31.3	+0.79	+ 1.5	54
181	Durham		8 31 41.3	26 24.26	24.01	9 6 19.4	6 30.9	−0.25	+11.5	54
182	Bonn	3	7 44 30.4	27 26.59	27.50	8 56 41.2	56 53.8	+0.91	+12.6	—
183	Durham		8 0 57.7	27 27.16	28.19	8 56 36.2	56 45.8	+1.03	+ 9.6	62
184	Washington		12 48 48.2	27 39.24	39.82	8 54 15.0	54 25.3	+0.58	+10.3	54
185	Königsberg	4	6 42 9.3	28 17.60	18.17	8 44 8.6	44 20.4	+0.57	+11.8	62
186	Berlin		7 7 17.5	28 17.70	18.97	8 43 52.9	44 4.9	+1.27	+12.0	—
187	Hamburg		7 24 38.0	28 18.29	19.53	8 43 30.8	43 54.3	+1.24	+23.5	60, 66
188	Haverhill		7 38 20.1	28 18.96	19.95	8 43 35.5	43 45.6	+0.99	+10.1	66
189	Königsberg	5	6 48 25.8	28 55.23	55.91	8 27 9.2	27 25.2	+0.68	+16.0	62
190	Triest		7 9 15.4	28 54.94	56.33	8 27 5.8	27 8.8	+1.39	+ 3.0	66
191	Hamburg		7 12 27.5	28 55.24	56.39	8 26 35.2	27 6.3	+1.15	+31.1	66
192	Bonn		7 14 18.4	28 55.24	56.43	8 26 52.1	27 4.9	+1.19	+12.8	—
193	Berlin		7 16 15.2	28 54.87	56.46	8 26 47.8	27 3.2	+1.59	+15.4	—
194	Bonn		7 24 50.4	28 55.50	56.64	8 26 41.8	26 56.5	+1.14	+14.7	—
195	Haverhill		7 42 22.0	28 55.61	56.99	8 26 7.9	26 42.6	+1.38	+34.7	66
196	Triest	6	7 3 57.0	29 13.33	14.84	8 5 40.9	5 54.1	+1.51	+13.2	59
197	Bonn		7 11 20.0	29 14.31	14.88	8 5 30.8	5 46.7	+0.57	+15.9	—
198	Leiden		7 21 33.8	29 16.88	14.94	8 5 49.6	5 36.7	−1.94	−12.9	59
199	Bonn		7 32 6.4	29 14.24	14.99	8 5 14.5	5 26.6	+0.75	+12.1	57
200	Haverhill		7 40 18.0	29 12.56	15.04	8 4 53.3	5 18.2	+2.48	+24.9	66
201	Washington		12 47 38.3	29 15.12	16.18	7 59 52.3	60 5.7	+1.06	+13.4	59
202	»		13 18 26.5	29 14.93	16.23	7 59 21.4	59 33.6	+1.30	+12.2	59
203	Kremsmünster	7	6 47 39.6	29 10.58	11.66	7 39 42.4	39 52.0	+1.08	+ 9.6	59, 64
204	Padua		6 57 5.6	29 11.41	11.55	7 39 20.0	39 40.6	+0.14	+20.6	—
205	Triest		6 58 1.2	29 9.93	11.55	7 39 23.5	39 39.4	+1.62	+15.9	59, 64
206	Kremsmünster		7 4 50.8	29 10.73	11.48	7 39 10.8	39 31.2	+0.75	+20.4	59, 64, 66

№	Ort der Beob	Dat.	M. Berl. Z.	A. R. Beob.	A. R. Rechn.	Decl. Beob.	Decl. Rechn.	Rechn.—Beob. Δ A. R.	Rechn.—Beob. Δ Decl.	№ d. Vglst.
207	Bonn	1852 März 7	$7^h\ 9^m 25^s.9$	$0^h 29^m\ 9^s.36$	$11^s.43$	+7°39′17″.2	39′25.6	+2ˢ.07	+ 8.4	—
208	»		7 33 3.2	29 9.20	11.18	7 38 43.7	38 57.0	+1.98	+13.3	—
209	Haverhill		7 34 18.2	29 9.45	11.16	7 38 50.9	38 55.4	+1.71	+ 4.5	64
210	Liverpool		7 50 22.8	29 9.44	10.98	7 38 11.1	38 35.9	+1.54	+24.8	70
211	»		8 8 22.8	29 9.15	10.78	7 37 50.9	38 14.0	+1.63	+23.1	70
212	Washington		12 37 8.3	29 6.49	7.22	7 32 20.1	32 39.1	+0.73	+19.0	58
213	»		12 58 30.9	29 5.80	6.90	7 31 56.9	32 11.8	+1.10	+14.9	58
214	Padua	8	6 55 14.7	28 41.56	42.91	7 7 3.6	7 41.5	+1.35	+37.9	—
215	Kremsmünster		6 57 58.0	28 38.44	42.83	7 7 31.7	7 37.6	(+4.39)	+ 5.9	53, 64, 71
216	Triest		7 4 44.1	28 40.62	42.63	7 7 8.0	7 27.6	+2.01	+19.6	70
217	Berlin		7 11 15.2	28 40.81	42.43	7 6 58.6	7 18.1	+1.62	+19.5	—
218	Hamburg		7 13 55.0	28 40.10	42.36	7 7 5.5	7 14.3	+2.16	+ 8.8	67
219	Bonn		7 25 12.3	28 40.41	42.02	7 6 35.6	6 57.7	+1.61	+22.1	—
220	Leiden		7 44 33.0	28 43.39	41.44	7 6 29.9	6 29.3	−1.95	− 0.6	61
221	Bonn		7 44 47.8	28 39.29	41.44	7 6 7.6	6 25.2	+2.15	+17.6	—
222	Padua	9	6 55 21.9	27 42.97	45.39	6 28 54.0	29 22.6	+2.42	+28.6	—
223	Triest		6 55 24.0	27 43.80	45.39	6 28 59.0	29 22.6	+1.59	+23.6	69
224*	Hamburg		7 9 24.8	28 6.67		6 46 3.8				70
225	Liverpool		7 54 27.6	27 40.22	42.36	6 27 9.0	27 39.7	+2.16	+20.7	70
226	»		8 14 28.4	27 39.24	41.33	6 26 39.1	27 4.7	+2.09	+25.6	70
227	Washington	10	12 54 37.3	25 46.50	47.78	5 31 20.6	31 46.0	+1.28	+25.4	56

* 156 u. 224. Diese beiden Beobachtungen sind durch starke Fehler entstellt, deren Ursache ich nicht habe entdecken können. Vermuthlich ist der Comet mit anderen Sternen verglichen worden, als Rümker angegeben hat.

Ein ganz abnormes Verhalten zeigen die von F. Kaiser zu Leiden und, in geringerem Masse, die von Weisse in Cracau angestellten Beobachtungen. Bildet man an den Tagen, an welchen der Comet an diesen Orten beobachtet worden ist, die Mittel aus den übrigen Differenzen Δ A. R. und Δ Decl. und stellt sie mit den zu Leiden und Cracau gehörenden zusammen, so erhält man:

Dat.	Tagesmittel. Δα	Tagesmittel. Δδ	Zahl der Beob.	Cracau Δα	Cracau Δδ	Leiden Δα	Leiden Δδ	Crac.—Mittel Δα	Crac.—Mittel Δδ	Leiden—Mittel. Δα	Leiden—Mittel. Δδ
Febr. 14	+0ˢ.43	+ 4″.7	7, 6	+0ˢ.26	+8″.8	−2ˢ.56	− 8″.7	−0ˢ.17	+4″.1	−2ˢ.99	−13″.4
15	+0.32	− 1.4	3	−1.32	−8.8			−1.64	−7.4		
21	+0.63	− 1.7	5	−1.14	−7.3			−1.77	−5.6		
22	+0.44	+ 7.3	2			−2.75	−16.5			−3.19	−23.8
23	+0.57	+ 5.4	5			−2.86	−16.3			−3.43	−21.7
24	+0.39	+ 0.6	9	−1.12	+9.2	−3.01	−18.6	−1.51	+8.6	−3.40	−19.2
25	+0.17	+ 6.9	12, 11	−2.36		−2.89	−16.4	−2.53		−3.06	−23.3
26	+0.11	+ 2.6	5	−1.75				−1.86			
28	+0.48	+ 7.7	7	−1.13				−1.61			
März 2	+0.55	+10.4	9			−2.15	−10.9			−2.70	−21.3
6	+1.28	+15.3	6			−1.94	−12.8			−3.22	−28.1
8	+1.82	+17.3	6, 7			−1.95	− 0.6			−3.77	−17.9
							Mittel =	−1ˢ.58	−0″.1	−3ˢ.22	−21″.1

Da alle Beobachter, welche über diesen Punkt eine Angabe machen, darin übereinstimmen, dass der Durchmesser der Nebelmasse des Cometen während dieser Erscheinung 2 Bogenminuten nicht überstieg, und dass dieselbe eine deutliche centrale Verdichtung zeigte, sollte man fast vermuthen, dass bei Reduction der Leidener Beobachtungen ein systematisches Versehen begangen worden sei, wenn eben nicht die Analogie mit den Cracauer Be-

obachtungen vorhanden wäre. Leider kennt man nicht die Oeffnung der von Kaiser und Weisse angewandten Instrumente. Constante Unterschiede zwischen verschiedenen Reihen von Cometenbeobachtungen treten zwar sehr häufig auf, und die verschiedenen Erscheinungen des Encke'schen Cometen, der keinen eigentlichen Kern zu besitzen scheint, insbesondere diese, bieten gerade für das Studium der einschlägigen Frage ein reiches Material; auf diese Unterschiede aber bei Untersuchung der Bahn eines periodischen Cometen, wenn sie nicht, wie bei den Leidener Beobachtungen, ein gewisses Maass überschreiten, Rücksicht zu nehmen, scheint mir nicht räthlich, da man doch nie wissen kann, welche Punkte in den verschiedenen Erscheinungen als correspondirend aufgefasst werden. Das Richtigste dürfte wohl sein, sich an die mit den lichtstärksten Instrumenten angestellten Beobachtungen zu halten.

Nach den Berliner und Bonner Beobachtungen sind folgende Normaldifferenzen angenommen worden:

		Ephem. — Beob. $\Delta\alpha$	$\Delta\delta$
1852 Jan.	20.5	+1ˢ.39	+ 6″.5
Febr.	12.5	+0.40	— 0.6
März	8.5	+1.75	+19.9

Daraus erhält man die Normalörter:

	A. R. app. ☌	Red.	Decl. app. ☌	Red.	A. R. ☌ 1852.0	Decl. ☌ 1852.0
1852 Jan. 20.5	$23^h15^m25^s.37$	+0ˢ.73	+4°51′23″.9	+4″.3	$23^h15^m26^s.10$	+4°51′28″.2
Febr. 12.5	23 52 32.43	+0.54	+7 53 43.0	+3.6	23 52 32.97	+7 53 46.6
März. 8.5	0 28 31.54	+0.39	+6 59 48.2	+2.8	0 28 31.93	+6 59 51.0

2) Erscheinung 1855.

Elemente.

Ep. und Osc. 1855 Oct. 6.0 M. Berl. Zeit.

$M = 28°59′\ 5″.35$
$\varphi = 57\ 57\ 56.55$
$\Omega = 334\ 26\ 16.15$
$\pi = 157\ 53\ 12.41$ } M. Aequ. 1855.0
$i = 13\ 8\ 4.65$
$\mu = 1076″.52355$

Planetarische Störungen.

1855	$n\delta z$	w_1	$r\delta s$	1855	$n\delta z$	w_1	$r\delta s$
Juli 7.25	—0″.42	—341	+55	Aug. 8	+0″.75	—70	+4
15.25	+0.26	—236	+39	16	+0.69	—46	+3
23.25	+0.61	—159	+19	24	+0.56	—29	+2
31.25	+0.75	—106	+ 8				

Bei Berechnung der Ephemeride aus vorstehenden Elementen ist ein kleiner Fehler begangen worden, indem falsche Werthe für $n\delta z$ angebracht worden sind. Will man denselben verbessern, so hat man an die Oerter der Ephemeride anzubringen:

	$\Delta\alpha$	$\Delta\delta$		$\Delta\alpha$	$\Delta\delta$
Juli 13	$+0^s.10$	$-1''.4$	Juli 31	$+0^s.20$	$-2''.7$
19	+0.14	−2.1	Aug. 8	+0.22	−2.3
25	+0.17	−2.6	16	+0.19	−1.5

Correction der Sonnenlängen des Berliner Jahrbuchs $\Delta\odot = +3''.3$.

Ephemeride.

			Log. Entfernung		
6^h M. Berl. Zeit	A. R. ☿	Decl. ☿	☿ v. ☉	☿ v. ♁	Aberr.—Zeit
1855 Juli 9	$8^h 42^m 0^s.56$	+14° 3′ 9″.6	9.6043	0.0122	$8^m 31^s.9$
10	8 49 19.91	13 3 20.5	9.6197	0.0026	8 20.7
11	8 56 35.36	12 2 25.6	9.6354	9.9930	8 9.8
12	9 3 48.09	11 0 26.3	9.6511	9.9836	7 59.3
13	9 10 59.17	9 57 23.0	9.6669	9.9744	7 49.2
14	9 18 9 63	8 53 16.1	9.6827	9.9653	7 39.5
15	9 25 20.43	7 48 5.8	9.6983	9.9565	7 30.3
16	9 32 32.47	6 41 52.6	9.7135	9.9480	7 21.6
17	9 39 46.51	5 34 37.5	9.7283	9.9397	7 13.2
18	9 47 3.26	4 26 22.2	9.7429	9.9317	7 5.3
19	9 54 23.34	3 17 9.3	9.7571	9.9241	6 57.9
20	10 1 47.29	2 7 1.9	9.7709	9.9169	6 51.0
21	10 9 15.50	+ 0 56 5.3	9.7841	9.9101	6 44.7
22	10 16 48.31	− 0 15 35.5	9.7971	9.9038	6 38.8
23	10 24 25.97	1 27 53.4	9.8098	9.8978	6 33.4
24	10 32 8.63	2 40 40.6	9.8220	9.8924	6 28.5
25	10 39 56.36	3 53 47.8	9.8339	9.8874	6 24.1
26	10 47 49.13	5 7 4.8	9.8455	9.8830	6 20.2
27	10 55 46.84	6 20 20.7	9.8567	9.8791	6 16.8
28	11 3 49.31	7 33 24.4	9.8676	9.8757	6 13.9
29	11 11 56.27	8 46 0.6	9.8781	9.8730	6 11.5
30	11 20 7.32	9 57 59.1	9.8883	9.8708	6 9.6
31	11 28 22.07	11 9 5.8	9.8983	9.8692	6 8.3
Aug. 1	11 36 40.02	12 19 7.2	9.9079	9.8682	6 7.5
2	11 45 0.61	13 27 50.7	9.9173	9.8677	6 7.0

6^h M. Berl. Zeit	A. R. ☄	Decl. ☄	Log. Entfernung ☄ v. ☉	Log. Entfernung ☄ v. ♁	Aberr.—Zeit
1855 Aug. 3	$11^h53^m23^s.20$	$-14°35'\ 3''.8$	9.9265	9.8678	$6^m\ 7^s.1$
4	12 1 47.13	15 40 34.8	9.9354	9.8685	6 7.7
5	12 10 11.71	16 44 12.4	9.9441	9.8697	6 8.7
6	12 18 36.22	17 45 47.4	9.9525	9.8715	6 10.2
7	12 26 59.90	18 45 11.3	9.9608	9.8738	6 12.2
8	12 35 21.99	19 42 16.8	9.9689	9.8766	6 14.6
9	12 43 41.74	20 36 57.9	9.9768	9.8799	6 17.5
10	12 51 58.41	21 29 10.5	9.9844	9.8836	6 20.7
11	13 0 11.28	22 18 51.5	9.9918	9.8877	6 24.3
12	13 8 19.66	23 5 59.4	9.9991	9.8922	6 28.4
13	13 16 22.88	23 50 33.5	0.0062	9.8971	6 32.7
14	13 24 20.35	24 32 34.9	0.0132	9.9023	6 37.5
15	13 32 11.54	25 12 5.1	0.0200	9.9078	6 42.5
16	13 39 55.95	25 49 7.1	0.0267	9.9136	6 47.9
17	13 47 33.10	26 23 44.7	0.0332	9.9196	6 53.6
18	13 55 2.70	26 56 1.6	0.0396	9.9258	6 59.6
19	14 2 24.44	27 26 1.7	0.0458	9.9323	7 5.9
20	14 9 37.99	27 53 51.4	0.0519	9.9389	7 12.4

Beobachtet wurde der Comet im Jahre 1855 nur am Cap der guten Hoffnung. Die Beobachtungen sind am Fadenmicrometer des $8\frac{1}{2}$ füssigen Aequatoreals der dortigen Sternwarte mit der Vergrösserung 123 von Herrn Mann angestellt, die Vergleichsterne von demselben am Meridiankreise bestimmt.

Vergleichsterne.

№	Gr.	A. R. 1855.0	Decl. 1855.0	Zahl d. Beob.
1	(10)	$9^h10^m36^s.63$	+ 9°54' 19''.7	4
2	(11)	9 31 46.63	+ 6 50 33.5	5
3	(8)	9 40 35.68	+ 5 37 42.9	4
4	(11)	9 48 4.54	+ 4 30 55.7	4
5	(9.5)	9 55 13.30	+ 3 12 41.3	4
6	(6.5)	10 16 2.95	— 0 10 8.8	5
7	(11)	10 32 26.87	— 2 46 4.2	5
8	(10)	10 39 27.98	— 3 57 5.5	4
9	(10)	10 55 44.42	— 6 26 31.6	4
10	(10)	11 3 45.50	— 7 27 25.1	4
11	(9.5)	11 18 58.58	— 9 57 0.9	4
12	(7)	11 27 34.92	—11 17 14.3	4

№	Gr.	A. R. 1855.0	Decl. 1855.0	Zahl d. Beob.
13	(10.5)	$11^h36^m40^s.77$	$-12°19'39''.1$	5
14	(7.5)	12 20 24.87	—17 48 24.0	5
15	(10)	12 28 21.46	—18 45 46.2	4
16	(11.5)	12 34 59.27	—19 44 8.8	5
17	(12)	12 44 29.21	—20 38 33.4	4
18	(10.5)	12 52 46.67	—21 34 3.1	5
19	(4.5)	13 1 15.10	—22 20 38.7	4
20	(10)	13 9 38.43	—23 6 52.3	5
21	(10.5)	13 40 53.85	—25 55 53.8	5

Vergleichung der Beobachtungen des Cometen mit der Ephemeride.

		A. R. $\mathscr{A}$		Decl. $\mathscr{A}$		Rechn. — Beob.		
Dat.	M. Berl. Zeit	Beob.	Rechn.	Beob.	Rechn.	Δ A. R.	Δ Decl.	№ d. Vglst.
1855 Juli 13	$5^h57^m42^s.4$	$9^h10^m57^s.65$	$58^s.48$			$+0^s.83$		1
	6 10 57.2			+ 9°57′11″.7	56′54″.0		—17″.7	
16	6 4 57.0			+ 6 41 45.8	41 38.8		— 7.0	2
	6 25 2.7	9 32 39.14	40.00			+0.86		
17	5 51 49.9			+ 5 35 12.3	35 0.7		—11.6	3
	6 8 36.9	9 39 48.40	49 11			+0.71		
	6 25 5.7			+ 5 33 39.6	33 26.6		—13.0	
18	5 50 35.9			+ 4 27 1.5	26 49.1		—12.4	4
	6 8 5.1	9 47 4.77	5.72			+0.95		
19	6 3 40.8	9 54 23.55	24.48			+0.93		5
	6 23 10.3			+ 3 16 19.0	16 2.0		—17.0	
	6 34 32.8	9 54 32.90	33.94			+1.04		
22	5 49 43.5	10 16 44.11	45.03			+0.92		6
	6 1 46.6			— 0 15 17.3	15 40.8		—23.5	
24	6 11 6.3			— 2 40 59.0	41 14.3		—15.3	7
	6 25 34.8	10 32 15.59	16.88			+1.29		
25	5 54 50.2			— 3 53 12.5	53 32.0		—19.5	8
	6 11 12.1	10 39 58.91	60.02			+1.11		
	6 28 30.1			— 3 54 55.5	55 14.8		—19.3	
27	6 20 55.6			— 6 21 9.2	21 24.5		—15.3	9
	6 32 53.0	10 55 56.49	57.81			+1.32		
28	6 12 43.8			— 7 33 49.6	34 3.0		—13.4	10
	6 30 19.5	11 3 58.06	59.53			+1.47		
30	6 17 58.8	11 20 11.68	13.48			+1.80		11
	6 32 31.0			— 9 59 24.3	59 35.9		—11.6	
	6 48 58.6	11 20 22.32	24.10			+1.78		
31	6 7 13.0			—11 9 16.6	9 27.0		—10.4	12
	6 22 4.0	11 28 28.54	29.68			+1.14		
	6 36 15.1			—11 10 39.5	10 52.5		—13.0	
	6 50 55.5	11 28 38.59	39.63			+1.04		
	7 5 10.0			—11 12 4.9	12 17.5		—12.6	
	7 18 23.4	11 28 47.83	49.11			+1.28		
Aug. 1	6 27 18.4	11 36 48.92	49.49			+0.57		13
	6 37 42.4			—12 20 46.2	20 56.3		—10.1	
	6 46 57.7	11 36 55.55	56.30			+0.75		
	7 0 1.7			—12 21 49.5	22 0.8		—11.3	
	7 15 44.6	11 37 5.33	6.29			+0.96		
6	6 16 54.8			—17 46 11.0	46 30.1		—19.1	14
	6 39 24.4	12 18 48.19	50.02			+1.83		
7	6 32 11.2			—18 46 14.1	46 29.4		—15.3	15
	6 53 46.3	12 27 17.43	18.69			+1.26		
	7 13 7.0			—18 47 58.2	48 8.7		—10.5	
	7 29 18.9	12 27 30.05	31.10			+1.05		

Dat.	M. Berl. Zeit	A. R. ☄ Beob.	A. R. ☄ Rechn.	Decl. ☄ Beob.	Decl. ☄ Rechn.	Rechn. — Beob. Δ A. R.	Δ Decl.	№ d. Vglst.
1855 Aug. 8	$6^h31^m18^s.6$			−19°43′16″.4	43′29″.7		−13″.3	16
	6 50 45.2	$12^h35^m38^s.90$	$39^s.66$			$+0^s.76$		
	7 9 32.1			−19 44 39.6	44 58.5		−18.9	
	7 22 1.1	12 35 49.56	50.53			+0.97		
9	6 30 54.8			−20 37 55.6	38 6.8		−11.2	17
	6 48 33.8	12 43 57.64	58.54			+0.90		
	7 1 23.8			−20 39 5.6	39 14.6		− 9.0	
	7 19 44.5	12 44 8.01	9.33			+1.32		
	7 46 7.6			−20 40 36.9	40 54.0		−17.1	
10	6 41 16.2			−21 30 23.1	30 38.0		−14.9	18
	6 56 9.1	12 52 16.38	17.71			+1.33		
	7 10 3.3			−21 31 26.4	31 39.1		−12.7	
	7 27 30.7	12 52 27.26	28.48			+1.22		
11	6 24 27.0			−22 19 30.9	19 40.7		− 9.8	19
	6 45 9.1	13 0 25.12	26.66			+1.54		
	7 7 15.9			−22 20 54.9	21 7.1		−12.2	
	7 32 15.8	13 0 41.22	42.72			+1.50		
12	6 43 14.2			−23 7 14.6	7 22.0		− 7.4	20
	7 0 3.9	13 8 38.39	39.92			+1.53		
	7 17 10.6			−23 8 15.9	8 26.7		−10.8	
	7 34 7.5	13 8 50.14	51.40			+1.26		
16	6 32 43.3			−25 49 40.5	49 55.8		−15.3	21
	6 49 9.5	13 40 10.29	11.66			+1.37		
	7 3 21.5			−25 50 25.0	50 41.6		−16.6	
	7 19 54.7	13 40 20.70	21.50			+0.80		
	7 37 39.7			−25 51 10.8	51 32.6		−21.8	

Fasst man die Beobachtungen Juli 13 — 19, Juli 27 — Aug. 1, Aug. 9 — 16 zusammen, so erhält man die folgenden Normaldifferenzen und Normalörter des Cometen:

	Δ A. R.	Δ Decl.	A. R. app. ☄	Decl. app. ☄	A. R. ☄ 1855.0	Decl. ☄ 1855.0
1855 Juli 17.0	$+0^s.88$	−13″.1	$9^h37^m56^s.90$	+ 5°51′45″.1	$9^h37^m55^s.74$	+ 5°51′47″.1
Juli 30.0	+1.21	−12.2	11 18 2.98	− 9 39 51.5	11 18 1.85	− 9 39 44.8
Aug. 12.0	+1.28	−13.2	13 6 16.74	−23 54 13.6	13 6 15.51	−23 54 3.1

Encke hat in seiner 8. Abhandlung aus denselben Gruppen die folgenden, auf das wahre Aequinox bezogenen, Positionen gebildet:

	A. R. app. ☄	Decl. app. ☄
1855 Juli 17.0	$9^h37^m56^s.87$	+ 5°51′42″.7
Juli 30.0	11 18 2.86	− 9 39 50.6
Aug. 12.0	13 6 16.45	−23 54 14.5

Die Unterschiede von obigen Zahlen sind wohl dem Umstande zuzuschreiben, dass die Ephemeride, welche Encke zur Vergleichung diente, den Lauf des Cometen nicht so nahe darstellt, wie die von mir benutzte. Ein bedeutenderer Fehler aber ist dadurch entstanden, dass Encke dieselben Positionen auf derselben Seite seiner Abhandlung auch als für das mittlere Aequinox 1855 Juli 1 geltend anführt, und ich, dadurch getäuscht, dieselben nur durch Anbringung der Präcession auf 1855.0 reducirte. Die auf diese Weise entstellten Oerter sind von mir bei Ableitung der definitiven Resultate angewandt und also statt der richtigen Werthe die folgenden angenommen worden:

	A. R. ⚳ 1855.0	Decl. ⚳ 1855.0
1855 Juli 17.0	$9^h 37^m 55^s.30$	$+5°51'50''.8$
Juli 30.0	11 18 1.35	— 9 39 40.8
Aug. 12.0	13 6 14.87	—23 54 4.9

Die corrigirten Oerter stimmen weit besser mit den definitiven Elementen überein, als diese.

3) Erscheinung 1858.

Elemente.

Ep. und Osc. 1859 Jan. 28.0 M. Berl. Zeit.

$M = 30°18'31''.61$
$\varphi = 57\ 49\ 17.90$
$\Omega = 334\ 28\ 0.63$
$\pi = 157\ 57\ 0.54$ } M. Aequ. 1858.0
$i = 13\ 4\ 17.25$
$\mu = 1073''.96302$

$\mu' = +0''.104418$
$\varphi' = -3.68$

Planetarische Störungen.

1858	$n\delta z$	w_1	$r\delta s$	1858	$n\delta z$	w_1	$r\delta s$
Aug. 1.5	+7''.98	+173	—199	Sept. 10.5	+4''.66	+194	—90
9.5	+7.26	+175	—177	18.5	+4.01	+202	—67
17.5	+6.58	+179	—155	26.5	+3.35	+208	—43
25.5	+5.92	+182	—133	Oct. 4.5	+2.67	+212	—16
Sept. 2.5	+5.29	+188	—112	12.5	+1.99	+210	+12

Correction der Sonnenlängen des Berliner Jahrbuchs $\Delta\odot = +4''.8$.

Ephemeride.

			Log. Entfernung.		
12^h M. Berl. Zeit	A. R. ⚳	Decl. ⚳	⚳ v. ☉	⚳ v. ♁	Aberr.—Zeit.
1858 Aug. 1	$3^h 50^m 27^s.05$	$+29°52'55''.6$	0.1830	0.1999	$13^m\ 8^s.7$
2	3 53 54.89	30 8 14.3	0.1792	0.1943	12 58.5
3	3 57 27.40	30 23 32.6	0.1754	0.1886	12 48.4
4	4 1 4.78	30 38 49.7	0.1715	0.1829	12 38.4
5	4 4 47.23	30 54 4.5	0.1675	0.1771	12 28.4
6	4 8 34.96	31 9 16.2	0.1635	0.1713	12 18.4
7	4 12 28.19	31 24 23.5	0.1594	0.1655	12 8.6
8	4 16 27.12	31 39 25.5	0.1552	0.1596	11 58.8
9	4 20 32.00	31 54 20.7	0.1510	0.1537	11 49.1

12^h M. Berl. Zeit	A. R. ☄	Decl. ☄	Log. Entfernung. ☄ v. ☉	Log. Entfernung. ☄ v. ☿	Aberr — Zeit.
1858 Aug. 10	$4^h 24^m 43^s.06$	+32° 9′ 8″.0	0.1467	0.1477	$11^m 39^s.4$
11	4 29 0.55	32 23 45.0	0.1423	0.1417	11 29.7
12	4 33 24.72	32 38 10.7	0.1379	0.1357	11 20.3
13	4 37 55.84	32 52 23.0	0.1334	0.1296	11 10.8
14	4 42 34.15	33 6 19.7	0.1288	0.1235	11 1.4
15	4 47 19.95	33 19 58.4	0.1242	0.1174	10 52.2
16	4 52 13.50	33 33 16.5	0.1195	0.1113	10 43.1
17	4 57 15.09	33 46 11.5	0.1147	0.1052	10 34.2
18	5 2 24.98	33 58 40.1	0.1098	0.0991	10 25.3
19	5 7 43.46	34 10 39.1	0.1048	0.0929	10 16.5
20	5 13 10.80	34 22 4.8	0.0997	0.0868	10 7.8
21	5 18 47.25	34 32 53.3	0.0946	0.0806	9 59.2
22	5 24 33.08	34 43 0.5	0.0893	0.0744	9 50.8
23	5 30 28.52	34 52 21.9	0.0840	0.0683	9 42.5
24	5 36 33.79	35 0 52.6	0.0785	0.0622	9 34.4
25	5 42 49.08	35 8 27.4	0.0730	0.0562	9 26.5
26	5 49 14.57	35 15 0.8	0.0673	0.0502	9 18.8
27	5 55 50.38	35 20 26.9	0.0615	0.0443	9 11.2
28	6 2 36.61	35 24 39.5	0.0556	0.0384	9 3.8
29	6 9 33.32	35 27 32.1	0.0496	0.0326	8 56.5
30	6 16 40.50	35 28 58.0	0.0434	0.0269	8 49.6
31	6 23 58.10	35 28 50.2	0.0372	0.0213	8 42.8
Sept. 1	6 31 25.99	35 27 1.4	0.0307	0.0158	8 36.2
2	6 39 3.97	35 23 24.2	0.0242	0.0104	8 29.8
3	6 46 51.79	35 17 51.3	0.0175	0.0052	8 23.7
4	6 54 49.10	35 10 15.2	0.0107	0.0001	8 17.8
5	7 2 55.48	35 0 28.3	0.0037	9.9952	8 12.2
6	7 11 10.43	34 48 24.2	9.9965	9.9906	8 7.1
7	7 19 33.38	34 33 55.3	9.9892	9.9861	8 2.0
8	7 28 3.65	34 16 55.4	9.9817	9.9819	7 57.4
9	7 36 40.52	33 57 18.5	9.9740	9.9780	7 53.2
10	7 45 23.18	33 34 59.4	9.9661	9.9743	7 49.1
11	7 54 10.77	33 9 53.6	9.9580	9.9709	7 45.5
12	8 3 2.38	32 41 57.4	9.9497	9.9678	7 42.2
13	8 11 57.06	32 11 8.3	9.9412	9.9650	7 39.2
14	8 20 53.83	31 37 24.8	9.9325	9.9625	7 36.5
15	8 29 51.71	31 0 46.5	9.9235	9.9605	7 34.4

12^h M. Berl. Zeit	A. R. ☿	Decl. ☿	Log. Entfernung ☿ v. ☉	Log. Entfernung ☿ v. ♁	Aberr.—Zeit.
1858 Sept. 16	$8^h38^m49^s.72$	+30°21′13″.5	9.9143	9.9588	$7^m32^s.7$
17	8 47 46.91	29 38 48.7	9.9048	9.9575	7 31.3
18	8 56 42.34	28 53 34.8	9.8951	9.9566	7 30.4
19	9 5 35.13	28 5 36.2	9.8850	9.9561	7 29.9
20	9 14 24.49	27 14 58.4	9.8749	9.9561	7 29.9
21	9 23 9.67	26 21 47.8	9.8643	9.9565	7 30.3
22	9 31 50.03	25 26 11.7	9.8534	9.9574	7 31.2
23	9 40 24.98	24 28 18.1	9.8422	9.9587	7 32.6
24	9 48 54.07	23 28 15.5	9.8306	9.9604	7 34.3
25	9 57 16.93	22 26 13.1	9.8187	9.9626	7 36.7
26	10 5 33.30	21 22 20.2	9.8064	9.9652	7 39.4
27	10 13 43.02	20 16 46.0	9.7937	9.9683	7 42.7
28	10 21 46.04	19 9 39.8	9.7807	9.9718	7 46.5
29	10 29 42.41	18 1 10.4	9.7673	9.9757	7 50.7
30	10 37 32.29	16 51 26.6	9.7536	9.9800	7 55.3
Oct. 1	10 45 15.93	15 40 36.7	9.7395	9.9847	8 0.5
2	10 52 53.67	14 28 47.7	9.7250	9.9897	8 6.1
3	11 0 25.95	13 16 6.2	9.7102	9.9951	8 12.1
4	11 7 53.31	12 2 38.4	9.6951	0.0009	8 18.8
5	11 15 16.39	10 48 29.8	9.6798	0.0070	8 25.8
6	11 22 35.89	9 33 44.9	9.6642	0.0134	8 33.3
7	11 29 52.55	8 18 27.4	9.6486	0.0200	8 41.2
8	11 37 7.22	7 2 41.4	9.6330	0.0268	8 49.4
9	11 44 20.75	5 46 30.3	9.6176	0.0338	8 58.0
10	11 51 34.08	4 29 56.8	9.6026	0.0410	9 7.0

Vergleichsterne.

№	Autorität	A. R. 1858.0	Decl. 1858.0
1	Mer. Beob. Berlin	$4^h10^m47^s.57$	+31°18′57″.9
2	» »	4 21 32.09	32 8 38.6
3	» »	4 22 58.51	31 59 0.6
4	» »	4 29 36.12	32 22 37.2
5	» »	4 34 16.65	32 58 17.3
6	Bonn. Beob. 6. Bd.	4 51 6.35	33 31 1.3
7	Mer. Beob. Berlin	4 56 48.98	33 43 10.8
8	» »	5 3 23.30	33 54 46.0
9	» »	5 6 55.57	34 8 43.9
10	» »	6 38 47.56	35 25 5.7
11	Bonn. Beob. 6. Bd.	7 9 57.62	34 48 1.1
12	Mer. Beob. Berlin	7 23 54.29	34 14 41 3
13	Bonn. Beob. 6. Bd.	7 28 56.85	34 1 36.5
14	Mer. Beob. Berlin	7 38 11.59	33 54 36.8
15	Pulkowa 6. Bd. . .	$7^h38^m20^s.55$	+33°45′34″.4
16	Piazzi u. Weisse. .	7 41 54.29	33 35 13.3
17	Bonn. Beob. 6. Bd.	7 44 31.86	33 4 6 1
18	Mer. Beob. Berlin	7 45 33.50	33 30 52.9
19	Bonn. Beob. 6. Bd.	7 55 4.45	33 25 29.5
20	» »	7 56 33.06	32 53 52.0
21	Mer. Beob. Berlin	7 56 51.27	33 6 17.7
22	Gr. 7. y. Cat. (64).	8 2 44.14	32 53 58.7
23	Bonn. Beob. 6. Bd.	8 6 52.05	32 36 24.1
24	» »	8 9 44.18	32 14 46.5
25	Mer. Beob. Berlin	8 14 4.50	32 2 7.4
26	» »	8 17 15.15	31 35 41.3
27	Bonn. Beob. 6. Bd.	8 43 31 77	30 22 58.3
28	Mer. Beob. Berlin	8 51 15.00	29 33 40.4

№	Autorität	A. R. 1858.0	Decl. 1858.0	№	Autorität	A. R. 1858.0	Decl. 1858.0
29	Gr. 7. y. Cat. (64)	$8^h55^m41^s.63$	$+28°27'25''.8$	34	Piazzi u. Weisse. .	$10^h30^m\ 9^s.15$	$+18°\ 0'58''.8$
30	Bonn. Beob. 6. Bd.	9 9 13.20	28 0 47.8	35	Mer. Beob. Berlin	10 45 21.18	15 29 38.1
31	Mer. Beob. Berlin	9 16 25.86	27 17 27.5	36	» »	11 7 57.18	11 43 8.9
32	» »	9 29 41.75	25 18 23.5	37	» »	11 21 6.13	9 19 49.3
33	Bonn. Beob 6. Bd.	9 35 15.81	25 15 11.3	38	» »	11 31 27.51	8 10 53.3

Vergleichung der Beobachtungen des Cometen mit der Ephemeride.

				A. R.		Decl.		Rechn.—Beob.		
№	Ort der Beob.	Dat.	M. Berl. Z.	Beob.	Rechn.	Beob.	Rechn.	Δ A. R.	Δ Decl.	№ d. Vglst.
1	Berlin.	1858 Aug. 7	$13^h14^m30^s.8$	$4^h12^m41^s.22$	$40^s.42$	$+31°24'54''.7$	$25'10''.3$	$-0^s.80$	$+15''.6$	1
2	»	9	14 0 18.7	4 20 52.69	52.74	31 55 27.6	55 35.1	+0.05	+ 7.5	3
3	»	10	13 16 29.0	4 24 56.81	56.58	32 10 1.7	9 54.9	−0.23	− 6.8	2
4	»	11	14 8 30.1	4 29 24.44	23.84	32 24 55.9	25 2.8	−0.60	+ 6.9	4
5	»	13	13 40 19.7	4 38 16.26	15.00	32 53 7.3	53 21.8	−1.26	+14.5	5
6	Cambridge E. . .	16	13 45 5.7	4 52 35.52	35.23	33 34 18.3	33 53.0	−0.29	−25.3	6
7	Berlin.	17	13 47 16.3	4 57 37.55	37.88	33 46 57.9	47 8 3	+0.33	+10.4	7
8	»	18	13 26 15.1	5 2 44.22	43.80	33 59 5.1	59 24.1	−0.42	+19.0	8
9	»	19	13 45 52.0	5 8 6.73	7.21	34 11 22.0	11 30.7	+0.48	+ 8.7	9
10	»	Sept. 2	14 22 34.7	6 39 49.52	49.84	35 22 52.5	22 56.5	+0.32	+ 4.0	10
11	Cambridge E. . .	6	13 52 22.6	7 11 48.94	49.40	34 47 25.2	47 21.7	+0.46	− 3.5	11
12	Königsberg. . . .	8	11 21 9.4	7 27 49.52	49.80	34 17 18.3	17 24.9	+0.28	+ 6.6	13
13	Berlin.		14 14 24.0	7 28 50.65	51.63	34 15 12.0	15 12.3	+0.98	+ 0.3	12
14	Königsberg . . .	9	12 34 29.0	7 36 53.45	52.97	33 56 44.2	56 48.3	−0.48	+ 4.1	15
15	Berlin.		13 39 35.0	7 37 15.97	16.50	33 55 55.1	55 51.2	+0.53	− 3.9	14
16	Washington. . .		19 49 18.2	7 39 30.48	30.27	33 50 12.5	50 20.2	−0.21	+ 7.7	15
17	Kremsmünster. .	10	12 34 41.2	7 45 35.21	35.84	33 34 11.9	34 25.1	+0.63	+13.2	16
18	Königsberg . . .		13 26 58.6	7 45 52.17	54.91	33 33 34.7	33 33.3	(+2.74)	− 1.4	17
19	Berlin.		13 50 23.1	7 46 3.58	3.47	33 33 9.9	33 10.0	−0.11	+ 0.1	18
20	Königsberg . . .	11	11 9 36.5	7 53 52.53	52.23	33 10 47.0	10 49.1	−0.30	+ 2.1	19
21	Leiden.		14 41 4.0	7 55 9.81	10 08			+0.27		20
22	»		14 58 3.3			33 6 41.1	6 36.6		− 4.5	21
23	Berlin		15 20 33.9	7 55 24.12	24.59	33 6 14.9	6 10.5	+0.47	− 4.4	21
24	Königsberg . . .	12	12 24 24 8	8 3 11.39	11.42	32 41 37.5	41 27.5	+0.03	−10.0	22
25	Kremsmünster. .		15 39 44.0	8 4 23.13	23.79	32 37 35.2	37 26.5	+0.66	− 8.7	23
26	Washington. . .		19 47 44.7	8 5 55.66	55.78	32 32 14.3	32 15.7	+0.12	+ 1.4	23
27	Berlin	13	13 50 31.9	8 12 37.28	38 21	32 8 45.7	8 39.2	+0.93	− 6.5	25
28	Leiden.		13 50 57.0	8 12 37.17	38.36	32 9 5.0	8 38.5	+1.19	−26.5	24
29	»		14 45 27.8	8 12 58.38	58.65	32 7 23.8	7 24.7	+0.27	+ 0.9	25
30	Kremsmünster. .		15 25 46.5	8 13 12.94	13.66	32 6 30.1	6 29.8	+0.72	− 0.3	25
31	Berlin	14	14 34 20.7	8 21 50.25	51.45	31 33 39.2	33 37.6	+1.20	− 1.6	26
32	Kremsmünster. .	16	15 47 37.9	8 40 15.16	14.75	30 14 47.5	14 42.6	−0.41	− 4.9	27
33	Wien.	17	13 27 48.6	8 48 19.61	19.62	29 36 10.7	36 8.0	+0.01	− 2.7	28
34	Berlin		15 29 6.8	8 49 3.93	4.81	29 32 32.6	32 24.8	+0.88	− 7.8	28
35	Kremsmünster. .		15 32 3.1	8 49 4.83	5.90	29 32 20.7	32 19.6	+1.07	− 1.1	28
36	Königsberg . . .	18	12 49 1.0	8 57 0.41	0.52	28 52 4.6	51 59.5	+0.11	− 5.1	29
37	Kremsmünster. .	19	15 19 1.3	9 6 47.85	48.52	27 58 54.9	58 45.6	+0.67	− 9.3	30
38	Berlin.	20	15 9 1.1	9 15 32.84	33.68	27 8 19.1	8 8.1	+0.84	−11.0	31
39	»	22	15 22 54.6	9 33 1.55	2.93	25 18 17.0	18 10.3	+1.38	− 6.7	32
40	Kremsmünster. .		15 32 9.8	9 33 5.37	6.26	25 17 49 8	17 48.3	+0.89	− 1.5	33
41	Königsberg . . .	29	15 23 0 4	10 30 48.67	49.02	17 51 39.5	51 24.8	+0.35	−14.7	34
42	Berlin	Oct. 1	16 35 40.5	10 46 43.63	43.99	15 27 10.2	26 56.5	+0.36	−13.7	35
43	»	4	17 2 29.8	11 9 26.21	26.71	11 47 20.0	47 7.0	+0.50	−13.0	36
44	»	6	16 46 31.1	11 24 2.26	2.98	9 19 9.1	18 48.4	+0.72	−20 7	37
45	»	7	17 7 48.1	11 31 24.12	25.60	8 2 40.7	2 18.1	+1.48	−22.6	38

Indem er die Mittel aus den 8 Berliner Beobachtungen des August, den 6 Beobachtungen von September 8 — 14 und den 4 Beobachtungen des October nahm, hat Encke für diese Erscheinung die folgenden Normalörter gebildet:

	A. R. app. ♂	Decl. app. ♂	A. R. ♂ 1858.0	Decl. ♂ 1858.0	Ephem. — N. O. Δ A. R.	Δ Decl.
1858 Aug. 13.5	$4^h37^m56^s.11$	+32°52′13″.6	$4^h37^m53^s.30$	+32°52′ 0″.3	$-0^s.27$	+ 9″.4
Sept. 11.5	7 54 10.12	+33 9 56.2	7 54 6.75	+33 9 56.4	+0.65	— 2.6
Oct. 5.5	11 15 15.53	+10 48 46.9	11 15 12.41	+10 49 2.5	+0.86	—17.1

Vergleicht man dieselben mit der Ephemeride, so erhält man die angeführten Differenzen, während aus den Beobachtungen selbst folgt:

	Δ A. R.	Δ Decl.
1858 Aug. 13.5	$-0^s.31$	+ 9″.4
Sept. 11.5	+0.67	— 2.7
Oct. 5.5	+0.76	—15.0

4) Erscheinung 1861 — 1862.

Die Erscheinung von 1861 — 1862 gehört zu den sehr wenigen, in welchen der Comet in beiden Zweigen seiner Bahn beobachtet worden ist. Einigermaassen vollständige Beobachtungsreihen vor und nach dem Perihel sind ausserdem nur einmal, im Jahre 1842, erhalten worden. Aus der Combination so vertheilter Beobachtungen lässt sich allein Aufklärung über die Reactionskräfte erwarten, welche die Bewegung der Cometen beeinflussen müssen. Dieselben können sich, wie mir das beim Encke'schen Cometen fast bewiesen scheint, in beiden Zweigen der Bahn aufheben, obgleich das a priori höchst unwahrscheinlich ist, und deshalb darf man aus den successiven Erscheinungen der periodischen Cometen in Bezug auf diese Frage nicht hoffen, erhebliche Aufschlüsse zu erhalten. Aus diesem Grunde hatte ich mir vorgenommen, die Beobachtungen von 1861 — 1862 einer besonders sorgfältigen Discussion zu unterziehen, wesshalb die zugehörigen Sonnenörter strenge aus den Tafeln von Le Verrier berechnet wurden. Da dieselben eventuel auch bei anderen Untersuchungen gebraucht werden können, werden sie unten mitgetheilt werden. Meinen Plan habe ich später wieder aufgegeben, weil ich bemerkte, dass Aenderungen der Elemente nach dem Perihel sich mit besonders kleinen Factoren auf den geocentrischen Ort übertragen. Ausserdem zeigen die Beobachtungen am Cap der guten Hoffnung bedeutende constante Unterschiede gegen die europäischen und amerikanischen, was um so merkwürdiger ist, als jene mit einem besonders kräftigen Instrumente, dem $8\frac{1}{2}$ füssigen Aequatoreal der Capsternwarte, angestellt worden sind. Ich ergreife die Gelegenheit, um es zu urgiren, dass es äusserst wichtig ist, den Cometen auch nach dem Perihel zu verfolgen, wo er immer nur auf der südlichen Halbkugel sichtbar ist. Viele Gelegenheiten dazu sind bisher ungenützt vorübergelassen worden, so z. B. die bei der letzten Erscheinung von 1875. Um einigermassen sichere Schlüsse ziehen zu können, sind wenigstens zwei vollständige Beobachtungsreihen nöthig, da nur so eine Schätzung des in jeder begangenen persönlichen Fehlers möglich ist. Die Güte der neueren Capbeobachtungen lässt es doppelt wünschenswerth erscheinen, dass die Möglichkeit einer Controle durch eine andere Reihe gleichzeitiger Beobachtungen geboten ist.

Elemente.

Ep. und Osc. 1862 Mai 22.0 M. Berl. Zeit.

$$\left.\begin{aligned} M &= 31°15'\ 6''.32 \\ \varphi &= 57\ 51\ 17.64 \\ \Omega &= 334\ 30\ 57.93 \\ \pi &= 158\ \ 1\ \ 7.14 \\ i &= 13\ \ 4\ 57.32 \end{aligned}\right\} \text{M. Aequ. 1862.0.}$$

$$\mu = 1074''.40463$$

$$\mu' = +0''.104418$$

$$\varphi' = -3.680$$

Planetarische Störungen.

6^h M. Par. Zeit.	$n\delta z$	w_1	$r\delta s$	6^h M. Par. Zeit.	$n\delta z$	w_1	$r\delta s$
1861 Oct. 2	—19″.75	—378	—10	1861 Dec. 29	—6″.42	—343	+19
10	—18.36	—375	— 8	1862 Jan. 6	—5.35	—343	+18
18	—17.02	—372	— 4	14	—4.27	—342	+14
26	—15.70	—368	— 1	22	—3.20	—335	+ 8
Nov. 3	—14.42	—363	+ 3	30	—2.15	—311	— 1
11	—13.19	—359	+ 6	Febr. 7	—1.25	—265	—10
19	—11.98	—355	+ 9	15	—0.57	—206	—15
27	—10.81	—351	+12	23	—0.07	—157	—16
Dec. 5	— 9.68	—348	+15	März 3	+0.20	—118	—15
13	— 8.57	—345	+17	11	+0.36	— 89	—13
21	— 7.49	—344	+19	19	+0.43	— 65	—11

Oerter der Sonne nach den Tafeln von Le Verrier für das mittlere Aequinox 1862.0.

	1862.0		Aequator 1862.0		
6^h M. Par. Z.	Länge d. ☉	Br. d. ☉	Rad. vect.	Log. x.	Log. y.	Log. z.
1861 Sept. 28	185°34′ 10″.70	—0″.08	1.0011673	9.9984515_n	8.9500651_n	8.5874817_n
Oct. 2	189 30 29.03	—0.48	1.0000344	9.9940073_n	9.1805252_n	8.8179538_n
6	193 27 21.71	—0 41	0.9988784	9.9874240_n	9.3288447_n	8.9662667_n
10	197 24 44.57	+0.08	0.9977067	9.9786313_n	9.4375723_n	9.0749825_n
14	201 22 35.37	+0.43	0.9965434	9.9675417_n	9.5227279_n	9.1601329_n
18	205 20 55.76	+0.45	0.9954097	9.9540348_n	9.5921159_n	9.2295216_n
22	209 19 48 04	+0.10	0.9943155	9.9379475_n	9.6501169_n	9.2875275_n
26	213 19 14.69	—0.39	0.9932614	9.9190663_n	9.6994316_n	9.3368475_n
30	217 19 16.39	—0.74	0.9922388	9.8971193_n	9.7418296_n	9.3792485_n
Nov. 3	221 19 51.24	—0 58	0.9912348	9.8717634_n	9.7785262_n	9.4159431_n
7	225 20 53.52	—0.08	0.9902490	9.8425741_n	9.8103918_n	9.4478042_n
11	229 22 19.23	+0.24	0.9893016	9.8090066_n	9.8380831_n	9.4754930_n
15	233 24 7.35	+0.16	0.9884135	9.7703278_n	9.8621062_n	9.4995168_n
19	237 26 19.00	—0.23	0.9875986	9.7255266_n	9.8828517_n	9.5202651_n
23	241 28 55.38	—0.71	0.9868606	9.6731691_n	9.9006188_n	9.5380353_n
27	245 31 57.46	—0.97	0.9861932	9.6111457_n	9.9156357_n	9.5530537_n

	1862.0		Aequator 1862.0		
6^h M. Par. Z.	Länge d. ☉	Br. d. ☉	Rad. vect.	Log. x.	Log. y.	Log. z.
1861 Dec. 1	249°35′23″33	—0″71	0.9855808	9.5361926_n	9.9280722_n	9.5654884_n
5	253 39 6.93	—0.18	0.9850149	9.4428782_n	9.9380581_n	9.5754710_n
9	257 43 2.56	+0.09	0.9845069	9.3210553_n	9.9457014_n	9.5831126_n
13	261 47 7.30	—0.04	0.9840768	9.1480060_n	9.9510890_n	9.5885011_n
17	265 51 20.40	—0.46	0.9837387	8.8518330_n	9.9542812_n	9.5916957_n
21	269 55 42.62	—0.91	0.9834995	7.0889567_n	9.9553122_n	9.5927292_n
25	274 0 14.59	—1.06	0.9833536	8.8367336	9.9541864_n	9.5916044_n
29	278 4 55.21	—0.71	0.9832851	9.1406444	9.9508827_n	9.5882987_n
1862 Jan. 2	282 9 39.41	—0.18	0.9832771	9.3162548	9.9453581_n	9.5827710_n
6	286 14 20.40	+0.04	0.9833319	9.4393067	9.9375573_n	9.5749689_n
10	290 18 53.79	—0.15	0.9834628	9.5333129	9.9274064_n	9.5648191_n
14	294 23 17.66	—0.59	0.9836845	9.6087192	9.9148022_n	9.5522178_n
18	298 27 32.41	—0.98	0.9840049	9.6710873	9.8996025_n	9.5370208_n
22	302 31 39.02	—1.04	0.9844214	9.7237245	9.8816153_n	9.5190343_n
26	306 35 37.50	—0.62	0.9849159	9.7687455	9.8605896_n	9.4980059_n
30	310 39 24.33	—0.09	0.9854680	9.8075742	9.8362094_n	9.4736219_n
Febr. 3	314 42 53.50	+0.08	0.9860687	9.8412200	9.8080819_n	9.4454931_n
7	318 45 59.88	—0.15	0.9867256	9.8704323	9.7757047_n	9.4131178_n
11	322 48 41.20	—0.60	0.9874497	9.8957829	9.7384064_n	9.3758240_n
15	326 50 57.10	—0.97	0.9882506	9.9177140	9.6952685_n	9.3326906_n
19	330 52 49.73	—0.92	0.9891285	9.9365685	9.6449918_n	9.2824146_n
23	334 54 20.62	—0.46	0.9900676	9.9526066	9.5856804_n	9.2230985_n
27	338 55 28.46	0.00	0.9910435	9.9660246	9.5144472_n	9.1518590_n
März 3	342 56 8.56	+0.07	0.9920410	9.9769767	9.4265947_n	9.0640051_n
7	346 56 16.59	—0.23	0.9930596	9.9855903	9.3136339_n	8.9510516_n
11	350 55 49.89	—0.68	0.9941066	9.9919691	9.1576122_n	8.7950490_n
15	354 54 48.40	—1.01	0.9951927	9.9961935	8.9081663_n	8.5456440_n
19	358 53 14.40	—0.88	0.9963225	9.9983180	8.2491125_n	7.8867860_n
23	2 51 11.87	—0.39	0.9974843	9.9983673	8.6584986	8.2958651

Ephemeride.

				Log. Entfernung.		
6^h M. Par. Zeit.	A. R. app. ☄	Decl. app. ☄	☄ v. ☉	☄ v. ♁	Aberr. — Zeit.
1861 Oct. 2	$0^h24^m12^s.69$	+19° 3′14″.2	0.3216	0.0478	$9^m15^s.6$
3	0 21 53.12	18 57 7.5	0.3195	0.0437	9 10.4
4	0 19 31.33	18 50 34.3	0.3173	0.0396	9 5.3
5	0 17 7.45	18 43 34.7	0.3151	0.0357	9 0.4
6	0 14 41.64	18 36 8.7	0.3129	0.0318	8 55.6
7	0 12 14.04	18 28 16.1	0.3107	0.0281	8 51.0
8	0 9 44.80	18 19 57.2	0.3084	0.0244	8 46.5
9	0 7 14.08	18 11 12.2	0.3061	0.0209	8 42.3
10	0 4 42.05	18 2 1.3	0.3038	0.0175	8 38.2
11	0 2 8.88	17 52 24.7	0.3015	0.0142	8 34.2
12	23 59 34.74	17 42 23.1	0.2991	0.0110	8 30.5
13	23 56 59.81	17 31 56.8	0.2968	0.0079	8 26.9
14	23 54 24.26	17 21 6.5	0.2944	0.0050	8 23.5
15	23 51 48.27	17 9 52.6	0.2920	0.0022	8 20.2
16	23 49 12.03	16 58 16.1	0.2895	9.9995	8 17.1

6^h M. Par. Zeit.	A. R. app. ☄	Decl. app. ☄	Log. Entfernung. ☄ v. ☉	Log. Entfernung. ☄ v. ♁	Aberr. — Zeit.
1861 Oct. 17	$23^h 46^m 35^s.74$	$+16° 46' 17''.6$	0.2871	9.9969	$8^m 14^s.2$
18	23 43 59.57	16 33 58.1	0.2846	9.9944	8 11.3
19	23 41 23.71	16 21 18.3	0.2821	9.9921	8 8.8
20	23 38 48.34	16 8 19.5	0.2795	9.9899	8 6.3
21	23 36 13.66	15 55 2.7	0.2769	9.9878	8 4.0
22	23 33 39.83	15 41 29.0	0.2743	9.9859	8 1.8
23	23 31 7.05	15 27 39.5	0.2717	9.9841	7 59.8
24	23 28 35.49	15 13 35,6	0.2690	9.9824	7 57.9
25	23 26 5.33	14 59 18.5	0.2663	9.9808	7 56.2
26	23 23 36.73	14 44 49.5	0.2636	9.9793	7 54.5
27	23 21 9.87	14 30 10.1	0.2609	9.9779	7 53.1
28	23 18 44.89	14 15 21.6	0.2581	9.9767	7 51.8
29	23 16 21.96	14 0 25.5	0.2553	9.9756	7 50.6
30	23 14 1.22	13 45 23.1	0.2524	9.9746	7 49.5
31	23 11 42.81	13 30 16.0	0.2495	9.9737	7 48.5
Nov. 1	23 9 26.84	13 15 5.5	0.2466	9.9729	7 47.6
2	23 7 13.45	12 59 52.8	0.2436	9.9723	7 47.0
3	23 5 2.74	12 44 39.8	0.2406	9.9717	7 46.4
4	23 2 54.85	12 29 27.5	0.2376	9.9712	7 45.8
5	23 0 49.83	12 14 17.3	0.2345	9.9708	7 45.4
6	22 58 47.78	11 59 10.4	0.2314	9.9705	7 45.0
7	22 56 48.74	11 44 8.0	0.2283	9.9702	7 44.7
8	22 54 52.81	11 29 11.4	0.2251	9.9700	7 44.5
9	22 53 0.00	11 14 21.4	0.2219	9.9699	7 44.4
10	22 51 10.38	10 59 39.2	0.2186	9.9699	7 44.4
11	22 49 23.96	10 45 5.5	0.2153	9.9699	7 44.4
12	22 47 40.78	10 30 41.5	0.2120	9.9700	7 44.5
13	22 46 0.85	10 16 27.7	0.2086	9.9701	7 44.6
14	22 44 24.19	10 2 25.1	0.2052	9.9702	7 44.7
15	22 42 50.80	9 48 34.3	0.2017	9.9704	7 44.9
16	22 41 20.67	9 34 56.0	0.1982	9.9706	7 45.2
17	22 39 53.80	9 21 30.6	0.1946	9.9709	7 45.5
18	22 38 30.18	9 8 18.8	0.1909	9.9711	7 45.7
19	22 37 9.80	8 55 20.9	0.1872	9.9714	7 46.0
20	22 35 52.63	8 42 37.6	0.1835	9.9717	7 46.4
21	22 34 38.65	8 30 9.0	0.1797	9.9720	7 46.7
22	22 33 27.83	8 17 55.6	0.1759	9.9723	7 47.0

6^h M. Par. Zeit.	A. R. app. ☿	Decl. app. ☿	Log. Entfernung. ☿ v. ☉	Log. Entfernung. ☿ v. ☿	Aberr.—Zeit.
1861 Nov. 23	$22^h 32^m 20^s.14$	+ 8° 5′ 57″.6	0.1720	9.9727	$7^m 47^s.4$
24	22 31 15.53	7 54 15.2	0.1680	9.9730	7 47.7
25	22 30 13.99	7 42 48.6	0.1640	9.9733	7 48.0
26	22 29 15.46	7 31 37.9	0.1599	9.9736	7 48.4
27	22 28 19.90	7 20 43.3	0.1558	9.9739	7 48.7
28	22 27 27.27	7 10 5.0	0.1516	9.9742	7 49.0
29	22 26 37.52	6 59 42.8	0.1473	9.9744	7 49.2
30	22 25 50.59	6 49 36.9	0.1429	9.9746	7 49.5
Dec. 1	22 25 6.41	6 39 47.1	0.1385	9.9747	7 49.6
2	22 24 24.94	6 30 13.3	0.1340	9.9748	7 49.7
3	22 23 46.10	6 20 55.4	0.1295	9.9749	7 49.8
4	22 23 9.84	6 11 53.2	0.1248	9.9749	7 49.8
5	22 22 36.07	6 3 6.4	0.1201	9.9749	7 49.8
6	22 22 4.71	5 54 34.7	0.1153	9.9748	7 49.7
7	22 21 35.68	5 46 17.6	0.1104	9.9747	7 49.6
8	22 21 8.91	5 38 14.9	0.1054	9.9745	7 49.4
9	22 20 44.30	5 30 26.0	0.1004	9.9742	7 49.0
10	22 20 21.78	5 22 50.7	0.0953	9.9738	7 48.6
11	22 20 1.25	5 15 28.2	0.0901	9.9734	7 48.1
12	22 19 42.62	5 8 18.1	0.0847	9.9729	7 47.6
13	22 19 25.81	5 1 19.8	0.0793	9.9723	7 47.0
14	22 19 10.72	4 54 32.7	0.0737	9.9716	7 46.3
15	22 18 57.26	4 47 56.1	0.0681	9.9708	7 45.4
16	22 18 45.32	4 41 29.4	0.0623	9.9699	7 44.4
17	22 18 34.81	4 35 11.7	0.0564	9.9690	7 43.4
18	22 18 25.62	4 29 2.2	0.0504	9.9680	7 42.4
19	22 18 17.62	4 23 0.1	0.0443	9.9668	7 41.1
20	22 18 10.73	4 17 4.5	0.0380	9.9655	7 39.7
21	22 18 4.81	4 11 14.3	0.0316	9.9641	7 38.2
22	22 17 59.75	4 5 28.5	0.0251	9.9626	7 36.7
23	22 17 55.40	3 59 46.0	0.0184	9.9610	7 35.0
24	22 17 51.65	3 54 5.7	0.0116	9.9592	7 33.1
25	22 17 48.33	3 48 26.1	0.0046	9.9573	7 31.1
26	22 17 45.30	3 42 45.8	9.9974	9.9553	7 29.0
27	22 17 42.36	3 37 3.1	9.9901	9.9531	7 26.8
28	22 17 39.35	3 31 16.5	9.9826	9.9508	7 24.4
29	22 17 36.06	3 25 24.1	9.9749	9.9483	7 21.9

6^h M. Par. Zeit.	A. R. app. ☄	Decl. app. ☄	Log. Entfernung. ☄ v. ☉	Log. Entfernung. ☄ v. ♁	Aberr.—Zeit.
1861 Dec. 30	$22^h 17^m 32^s.29$	+ 3°19′23″.6	9.9670	9.9456	$7^m 19^s.1$
31	22 17 27.79	3 13 12.8	9.9590	9.9428	7 16.3
1862 Jan. 1	22 17 22.32	3 6 49.4	9.9508	9.9398	7 13.3
2	22 17 15.61	3 0 10.4	9.9423	9.9367	7 10.2
3	22 17 7.33	2 53 12.5	9.9336	9.9334	7 7.0
4	22 16 57.17	2 45 52.4	9.9247	9.9299	7 3.5
5	22 16 44.77	2 38 6.5	9.9155	9.9262	7 0.0
6	22 16 29.70	2 29 50.6	9.9060	9.9224	6 56.3
7	22 16 11.55	2 20 59.9	9.8963	9.9183	6 52.4
8	22 15 49.83	2 11 28.6	9.8863	9.9140	6 48.3
9	22 15 24.04	2 1 11.9	9.8760	9.9095	6 44.1
10	22 14 53.57	1 50 3.0	9.8654	9.9048	6 39.7
11	22 14 17.77	1 37 54.6	9.8546	9.8999	6 35.3
12	22 13 35.95	1 24 38.6	9.8434	9.8948	6 30.6
13	22 12 47.33	1 10 6.4	9.8318	9.8895	6 26.0
14	22 11 51.03	0 54 7.3	9.8199	9.8839	6 21.0
15	22 10 46.10	0 36 31.0	9.8077	9.8781	6 15.9
16	22 9 31.48	+ 0 17 4.9	9.7951	9.8722	6 10.9
17	22 8 6.02	— 0 4 24.7	9.7821	9.8660	6 5.6
18	22 6 28.46	0 28 13.0	9.7687	9.8597	6 0.3
19	22 4 37.45	0 54 36.2	9.7550	9.8533	5 55.0
20	22 2 31.52	1 23 51.8	9.7409	9.8468	5 49.7
21	22 0 9.10	1 56 19.1	9.7264	9.8402	5 44.5
22	21 57 28.62	2 32 17.5	9.7116	9.8337	5 39.4
23	21 54 28.44	3 12 6.9	9.6965	9.8272	5 34.4
24	21 51 6.99	3 56 6.7	9.6811	9.8210	5 29.6
25	21 47 22.89	4 44 34.1	9.6655	9.8151	5 25.2
26	21 43 15.03	5 37 43.0	9.6498	9.8096	5 21.1
27	21 38 42.81	6 35 40.7	9.6341	9.8048	5 17.6
28	21 33 46.26	7 38 26.2	9.6187	9.8008	5 14.7
29	21 28 26.43	8 45 47.0	9.6035	9.7978	5 12.5
30	21 22 45.59	9 57 15.4	9.5891	9.7961	5 11.3
31	21 16 47.47	11 12 7.7	9.5755	9.7958	5 11.1
Febr. 1	21 10 37.42	12 29 21.7	9.5631	9.7972	5 12.0
2	21 4 22.27	13 47 40.9	9.5523	9.8003	5 14.3
3	20 58 10.26	15 5 38.1	9.5435	9.8053	5 17.9
4	20 52 20.29	16 21 42.0	9.5369	9.8122	5 23.0

6^h M. Par. Zeit.	A. R. app. ☿	Decl. app. ☿	Log. Entfernung. ☿ v. ☉	☿ v. ♁	Aberr.—Zeit.
1862 Febr. 5	$20^h46^m31^s.33$	$-17°34'25''.2$	9.5328	9.8208	$5^m29^s.5$
6	20 41 21.63	18 42 30.6	9,5314	9.8310	5 37.3
7	20 36 47.72	19 45 2.8	9.5327	9.8424	5 46.2
8	20 32 54.26	20 41 26.5	9.5368	9.8549	5 56.4
9	20 29 43.47	21 31 27.9	9.5434	9.8680	6 7.3
10	20 27 15.59	22 15 9.7	9.5523	9.8815	6 18.8
11	20 25 28.99	22 52 49.0	9.5630	9.8952	6 31.0
12	20 24 20.76	23 24 52.2	9.5753	9.9088	6 43.4
13	20 23 47.24	23 51 49.8	9.5889	9.9223	6 56.2
14	20 23 44.39	24 14 14.4	9.6034	9.9354	7 8.9
15	20 24 8.17	24 32 37.6	9.6185	9.9481	7 21.7
16	20 24 54.66	24 47 29.2	9.6339	9.9603	7 34.2
17	20 26 0.31	24 59 16.4	9.6496	9.9721	7 46.8
18	20 27 21.91	25 8 23.2	9.6653	9.9833	7 58.9
19	20 28 56.70	25 15 11.0	9.6809	9.9941	8 11.0
20	20 30 42.25	25 19 58.1	9.6963	0.0043	8 22.7
21	20 32 36.50	25 23 1.0	9.7114	0.0142	8 34.2
22	20 34 37.68	25 24 33.2	9.7262	0.0236	8 45.5
23	20 36 44.33	25 24 46.8	9.7407	0.0325	8 56.4
24	20 38 55.21	25 23 52.2	9.7548	0.0410	9 7.0
25	20 41 9.25	25 21 58.4	9.7686	0.0491	9 17.3
26	20 43 25.61	25 19 13.0	9.7819	0.0569	9 27.4
27	20 45 43.54	25 15 42.6	9.7949	0.0643	9 37.2
28	20 48 2.44	25 11 33.3	9.8075	0.0714	9 46.7
März 1	20 50 21.80	25 6 49.8	9.8198	0.0781	9 55.8
2	20 52 41.19	25 1 36.9	9.8317	0.0846	10 4.7
3	20 55 0.29	24 55 58.2	9.8432	0.0908	10 13.4
4	20 57 18.79	24 49 57.2	9.8544	0.0967	10 21.9
5	20 59 36.46	24 43 36.7	9.8653	0.1024	10 30.1
6	21 1 53.08	24 36 59.6	9.8759	0.1079	10 38.2
7	21 4 8.52	24 30 8.2	9.8862	0.1131	10 45.8
8	21 6 22.64	24 23 4.5	9.8962	0.1181	10 53.2
9	21 8 35.33	24 15 50.3	9.9059	0.1229	11 0.6
10	21 10 46.50	24 8 27.3	9.9153	0.1275	11 7.5
11	21 12 56.08	24 0 56.7	9.9245	0.1320	11 14.5
12	21 15 4.03	23 53 20.0	9.9335	0.1362	11 21.1
13	21 17 10.30	23 45 38.3	9.9422	0.1403	11 27.6

6^h M. Par. Zeit	A. R. ⚷	Decl. ⚷	Log. Entfernung ⚷ v. ☉	Log. Entfernung ⚷ v. ♁	Aberr.—Zeit.
1862 März 14	$21^h19^m14^s.86$	$-23°37'53''.2$	9.9507	0.1442	$11^m33^s.7$
15	21 21 17.69	23 30 5.2	9.9589	0.1480	11 39.8
16	21 23 18.79	23 22 15.4	9.9669	0.1516	11 45.7
17	21 25 18.13	23 14 24.1	9.9748	0.1551	11 51.3
18	21 27 15.70	23 6 32.1	9.9825	0.1585	11 57.0
19	21 29 11.49	22 58 40.0	9.9900	0.1617	12 2.3

Vergleichsterne.

№	Autorität	A. R. 1862.0	Decl. 1862.0
1	M. B. Cap	$20^h49^m33^s.67$	$-25°0'59''.0$
2	»	20 49 47.95	−25 5 33.8
3	»	20 55 44.01	−24 51 53.9
4	»	21 0 29.60	−24 45 30 0
5	»	21 5 11.72	−24 39 38.6
6	»	21 16 26.75	−23 52 48.1
7		21 37 10.72	− 5 21 42 3
8		21 40 22.57	− 6 33 17.2
9		21 50 57.12	− 4 8 43.5
10		21 56 10.65	− 2 49 11.0
11		21 57 11.82	− 2 45 53.6
12	Naut. Almanac.	21 58 41.61	− 0 59 20.3
13		21 59 45.89	− 1 25 6.7
14	M. B. Berlin ..	22 5 42.37	+ 0 30 20.1
15	» ..	22 6 15.74	− 0 26 23.7
16	M. B. Leiden..	22 7 41.24	+ 0 0 34.1
17		22 8 34.91	+ 0 17 19.3
18		22 9 11.39	+ 0 12 44.3
19	Naut. Almanac.	22 9 32.94	− 8 28 8.4
20		22 10 59.93	− 0 55 25.0
21	M. B. Berlin ..	22 13 5.36	+ 2 5 30.8
22	» ..	22 14 30.53	+ 2 35 22.7
23		22 15 29.73	+ 2 19 39.5
24	M.B.Berl.u.Cap.	22 17 28.13	+ 3 7 24.0
25	M. B. Berlin ..	22 18 18.86	+ 1 41 45.1
26		22 18 54.13	+ 1 47 8.7

№	Autorität	A. R 1861.0	Decl. 1861.0
27	M. B. Berlin...	$22^h16^m26^s.99$	$+3°9'11''.0$
28	M. B. Cap	22 16 54.51	+ 3 22 56.9
29	M. B. Pulkowa.	22 17 20.24	+ 4 21 31.4
30	M. B. Berlin. . .	22 18 11.67	+ 6 9 18.9
31	M.B.Berl.u.Cap.	22 18 27.31	+ 4 2 35.6
32	M. B. Cap	22 19 32.84	+ 3 41 9.7
33		22 20 41.66	+ 3 48 57.8
34		22 20 49 52	+ 4 0 0.8
35		22 22 39.07	+ 5 57 5.4
36	M. B. Pulkowa..	22 23 54.63	+ 6 31 38.8
37	» ..	22 25 5.76	+ 6 41 27.2
38		22 25 47.78	+ 6 54 34.2
39	Naut Almanac.	22 28 12.73	− 0 49 57.9
40	M. B. Pulkowa..	22 30 4.59	+ 7 45 10.4
41	M. B. Berlin ..	22 30 25.14	+ 8 5 36.8
42	» ..	22 31 53.85	+ 7 39 6.0
43	Naut. Almanac.	22 34 31.71	+10 6 24.7
44	M. B. Berlin...	22 55 15.64	+11 47 25.2
45	» ...	23 1 25.21	+12 21 30.3
46	» ...	23 7 12.70	+12 59 24.7
47		23 10 36.64	+13 26 1.4
48		23 14 35.67	+13 58 58 6
49		23 27 53.76	+15 6 27.9
50	M. B. Berlin...	0 20 44.88	+18 44 41.4

Vergleichung der Beobachtungen des Cometen mit der Ephemeride.

№	Ort der Beob.	Dat.	M. Par. Z.	A. R. ⚷ Beob.	A. R. ⚷ Rechn.	Decl. ⚷ Beob.	Decl. ⚷ Rechn.	Rechn.—Beob. Δ A. R.	Rechn.—Beob. Δ Decl.	№ d. Vglst
1	Berlin.....	1861 Oct. 4	$9^h41^m10^s$	$0^h19^m5^s.34$	$9^s.36$	+18°48′46″.2	49′31″.6	+4ˢ.02	+45″.4	50
2	»		12 38 26	0 18 48.69	51.72	18 47 26.5	48 40.8	+3.03	+74.3	50
3	Cambridge U. S.	24	11 59 9	23 27 58.84	57.90	15 9 10.0	10 3.0	−0.94	+53.0	49
4	» ..	29	14 4 22	23 15 35.33	34.37	13 55 10.2	55 22.6	−0.96	+12.4	48
5	» ..	31	14 44 24	23 10 53.55	53.01	13 24 23.8	24 44.8	−0.54	+21.0	47
6	Berlin.....	Nov. 2	11 19 26	23 6 41.88	44.21	12 56 2.4	56 30.2	+2.33	+27.8	46
7	»	4	10 29 22	23 2 27.82	31.25	12 25 13.8	26 37.1	+3.43	+83.3	45
8	»	7	10 36 58	22 56 25.07	26.20	11 41 27.2	41 15 0	+1.13	−12.2	44
9	Athen.....	23	4 39 31	22 32 19.83	23.84	8 5 58.5	6 37.3	+4.01	+38.8	41
10	Berlin.....		7 16 21	22 32 15.40	16.63	8 4 55.7	5 20.0	+1.23	+24.3	41
11	Pulkowa	25	5 5 7	22 30 14.66	16.28	7 43 12.0	43 14.5	+1.62	+ 2.5	40
12	Berlin.....		7 14 26	22 30 8.98	10.89	7 42 11.6	42 13.5	+1.91	+ 1.9	42
13	Athen.....	28	5 15 43	22 27 26.41	28.85	7 9 57.9	10 24.4	+2.44	+26.5	38
14	Pulkowa	Dec. 1	6 24 43	22 25 5.44	5,68	6 39 26.8	39 37.2	+0.24	+10.4	37

№	Ort der Beob.	Dat.	M. Par. Z.	A. R. Beob.	A. R. Rechn.	Decl. Beob.	Decl. Rechn.	Rechn.—Beob. Δ A. R.	Rechn.—Beob. Δ Decl.	№ d. Vglst.
15	Liverpool.	1861 Dec. 1	$7^h21^m48^s$	$22^h25^m\ 2^s.79$	$3^s.98$	+ 6°38′ 58″.7	39′ 14″.1	+1^s.19	+15″.4	43
16	Pulkowa	2	4 56 2	22 24 26.33	26.72	6 30 33.4	30 38.5	+0.39	+ 5.1	36
17	Mannheim		6 41 44	22 24 20.37	23.77	6 29 21.0	29 56.9	+3.40	+35.9	37
18	Berlin	3	7 33 1	22 23 42.71	43.68	6 20 10.8	20 19.9	+0.97	+ 9.1	30
19	Mannheim	4	6 21 50	22 23 5.53	9.31	6 11 21.4	11 45.1	+3.78	+23.7	30
20	Liverpool.	5	7 5 35	22 22 32 99	34.59	6 2 18.2	2 42.8	+1.60	+24.6	43
21	Cambridge U. S.		14 3 17	22 22 18.99	25.28	5 58 54.8	0 13.1	(+6.29)	(+78.3)	35
22	Pulkowa	19	4 7 14	22 18 17.51	18.21	4 23 25.5	23 28.2	+0.70	+ 2.7	29
23	Kremsmünster..	21	5 21 27	22 18 3.27	4.96	4 11 8.0	11 23.6	+1.69	+15.6	31
24	Padua		6 47 27	22 18 3.74	4.62	4 10 32.8	11 2.8	+0.88	+30.0	34
25	Liverpool.		7 13 11	22 18 3.45	4.53	4 10 53.3	10 56.6	+1.08	+ 3.3	39
26	Mannheim	22	5 11 36	22 17 58.82	59.91	4 5 26.3	5 40.0	+1.09	+13.7	31
27	Padua		6 44 6	22 17 58.94	59.61	4 5 27.1	5 18.0	+0.67	— 9.1	34
28	Leipzig	23	5 13 59	22 17 54.46	55.53	3 59 31.2	59 56.9	+1.07	+25.7	31
29	Berlin		5 43 33	22 17 54.43	55.45	3 59 47.3	59 49.9	+1.02	+ 2.6	31
30	Leipzig		5 43 57	22 17 54.84	55.45	3 59 40.3	59 49.8	+0.61	+ 9.5	31
31	Cap d. g. H. . . .		7 48 5	22 17 53.53	55.10			+1.57		31
32	»		7 52 52			3 59 18.2	59 19.3		+ 1.1	31
33	Padua	24	7 26 56	22 17 49.23	51.44	3 53 56.8	53 45.2	+2.21	—11.6	34
34	Cap d. g. H. . . .		7 54 44	22 17 48.63	51.38	3 53 32.8	53 38.6	+2.75	+ 5.8	31
35	Leipzig.	25	4 56 41	22 17 47.62	48.47	3 48 16.0	48 41.0	+0.85	+25.0	32
36	Mannheim		5 53 19	22 17 47.74	48.35	3 48 23.8	48 27.7	+0.61	+ 3.9	33
37	Liverpool.		6 11 24	22 17 47.26	48.31	3 48 12.7	48 23.4	+1.05	+10.7	39
38	Leipzig	26	5 10 5	22 17 44.24	45.39	3 42 38.4	42 57.6	+1.15	+19.2	31
39	Kremsmünster..		6 32 11	22 17 44.31	45.23	3 42 24.0	42 38.1	+0.92	+14.1	32
40	Pulkowa	27	4 11 28	22 17 41.59	42.69	3 37 28.8	37 29.0	+1.10	+ 0.2	32
41	Kremsmünster..		5 38 27	22 17 41.62	42.42	3 36 53.9	37 8.2	+0.80	+14.3	32
42	Cap d. g H. . . .		7 33 38	22 17 40.41	42.17			+1.76		32
43	»		7 35 50			3 36 35.4	36 40.1		+ 4.7	32
44	Leiden.		8 8 35	22 17 41.25	42.09	3 36 16.1	36 32.4	+0.84	+16.3	32
45	Kremsmünster..	28	5 40 5	22 17 39.26	39.39	3 31 11.6	31 21.3	+0.13	+ 9.7	32
46	Liverpool.		6 6 34	22 17 38.68	39.34	3 31 9.3	31 14.9	+0.66	+ 5.6	39
47	Cap d. g. H. . . .	29	7 48 57	22 17 33.75	35 80	3 25 1.1	24 57.1	+2.05	— 4.0	28
48	Berlin	30	5 54 15	22 17 31.51	32.31	3 19 16.8	19 25.0	+0.80	+ 8.2	24
49	»		6 42 4	22 17 31.42	32.17	3 19 4.8	19 13.0	+0.75	+ 8.2	27
50	Cap d g. H. . . .	31	7 17 14	22 17 26.04	27.53			+1.49		24
51	»		7 41 44			3 12 41.3	12 46.2		+ 4.9	24
52	Berlin	1862 Jan. 1	7 24 43	22 17 21.25	21.97	3 6 22.5	6 26.4	+0.72	+ 3.9	24
53	Cap d. g. H. . . .		7 20 10	22 17 20.27	21.90			+1.63		24
54	»		7 38 58			3 6 24.8	6 27.7		+ 2.9	24
55	Leiden.	2	7 2 2	22 17 14.80	15.29	2 59 49.2	59 52.8	+0.49	+ 3.6	24
56	Cap d. g. H. . . .		7 33 43	22 17 13.17	15.12			+1.95		24
57	»		7 51 2			2 59 22.1	59 38.9		+16.8	24
58	Washington . . .		13 11 38	22 17 12.49	13.31	2 58 7.7	58 7.4	+0.82	— 0.3	24
59	Mannheim	3	5 16 50	22 17 6.96	7.60	2 53 20.7	53 25.3	+0.64	+ 4.6	24
60	Kremsmünster..		5 47 3	22 17 6.68	7 41	2 53 9.9	53 16.4	+0.73	+ 6.5	24
61	Berlin	6	5 35 14	22 16 29.52	29.98	2 29 56.4	29 59.4	+0.46	+ 3.0	22
62	Washington . . .	7	13 22 51	22 16 5.33	5.28	2 18 0.7	18 8.8	—0.05	+ 8.1	23
63	Kremsmünster..	8	5 29 25	22 15 49.54	50.33	2 11 29.5	11 41.1	+0.79	+11.6	21
64	Berlin.	9	4 45 3	22 15 24.98	25.49	2 1 41.9	1 45.2	+0.51	+ 3.3	21
65	»	10	5 11 9	22 14 54.46	54.68	1 50 23.1	50 26.6	+0.22	+ 3.5	25
66	Leipzig		5 39 14	22 14 54.21	54.05	1 50 8.7	50 13.0	—0.16	+ 4.3	25
67	»		5 54 44	22 14 53.99	53.69	1 49 50.7	50 5.5	—0.30	+14 8	26
68	Berlin.	15	5 15 4	22 10 47.84	48.27	0 37 1.7	37 5.6	+0.43	+ 3.9	14
69	Cambridge U. S.	16	10 59 2	22 9 14.42	14.67	0 12 41.9	12 47.9	+0.25	+ 6.0	18
70	Washington . . .		12 21 3	22 9 9.08	9.99	+ 0 10 29.8	11 36.4	+0.91	+66.6	17
71	Leiden.	17	6 31 45	22 8 3.61	4.01	— 0 4 51.1	4 54.6	+0.40	— 3.5	16
72	Königsberg . . .	18	5 1 24	22 6 32.67	32.68	0 27 16.5	27 12.0	+0.01	+ 4.5	15
73	Berlin.		5 21 48	22 6 30.95	31.21	0 27 35.4	27 33.2	+0.26	+ 2.2	15
74	Leiden.		7 1 54	22 6 23.68	23.98	0 29 37.7	29 17.6	+0.30	+20.1	15
75	Kremsmünster..	19	6 0 26	22 4 37.28	37.41	0 54 34.4	54 36.7	+0.03	— 2.3	20
76	» ..	20	5 34 4	22 2 33.85	33.93	1 23 22.5	23 18.6	+0.08	+ 3.9	13
77	Mannheim		5 36 56	22 2 33.28	33.66	1 23 19.7	23 22.3	+0.38	— 2.6	13
78	Leipzig		5 48 8	22 2 32.43	32.62	1 23 52.8	23 36.6	+0.19	+16.2	13

№	Ort der Beob.	Dat.	M. Par. Z.	A. R. Beob.	A. R. Rechn.	Decl. Beob.	Decl. Rechn.	Rechn.—Beob. Δ A. R.	Rechn.—Beob. Δ Decl.	№ d. Vglst.
79	Leipzig.	1862 Jan. 22	$5^h20^m11^s$	$21^h57^m33^s.62$	$33^s.09$	— 2°31′ 1″.9	31′ 14″.8	—0^s.53	—12″.9	11
80	»		5 40 37	21 57 31.42	30.90	2 31 39.3	31 47.0	—0.52	— 7.7	10
81	Liverpool.		6 12 38	21 57 27.29	27.13	2 32 37.2	32 37.5	—0.16	— 0.3	19 u. 39
82	Leiden.	24	6 5 20	21 51 5.72	6.20	3 56 12.6	56 17.0	+0.48	— 4.4	9
83	Liverpool.	25	6 12 1	21 47 20.09	20.92	4 45 10.4	44 59.5	+0.83	+10.9	12
84	Leiden.	26	6 4 17	21 43 15.25	14.25	5 37 58.6	37 52.9	—1.00	+ 5.7	7
85	Kremsmünster..	27	5 20 39	21 38 50.70	50.57	6 33 57.3	34 1.9	—0.13	— 4.6	8
86	Leiden.		5 59 38	21 38 42.67	42.88	6 35 42.7	35 39.8	+0.21	+ 2.9	8
87	Cap d. g. H. . . .	Febr. 27	15 27 22	20 46 38.03	38.18			+0.15		2
88	»		15 31 25			25 13 48.6	14 8.1		—19.5	2
89	»	28	14 59 15	20 48 53.88	54.59	25 9 48.3	9 50.9	+0.71	— 2.6	2
90	»		15 23 2	20 48 56.15	56.90	25 9 42.4	9 46.3	+0.75	— 3.9	2
91	»	März 1	15 4 7	20 51 14.80	14.48	25 4 56.9	4 54.8	—0.32	+ 2.1	2
92	»		15 33 35	20 51 17.39	17.33	25 4 50.6	4 48.5	—0.06	+ 2.1	2
93	»	2	15 5 46	20 53 33.68	33.95	24 59 35.2	59 31.4	+0.27	+ 3.8	1
94	»	3	14 39 31			24 53 45.9	53 50.4		— 4.5	3
95	»		15 13 53	20 55 53.03	53.64			+0.61		3
96	»		15 34 31			24 53 31.4	53 36.7		— 5.3	3
97	»	5	14 55 48			24 41 25.6	41 10.8		+14.8	4
98	»		15 15 48	21 0 28.26	29.32			+1.06		4
99	»		15 34 18			24 41 7.0	41 0.2		+ 6.8	4
100	»	7	14 47 49			24 28 1.7	27 34.2		+27.5	5
101	»		15 14 31	21 5 0.26	0.32			+0.06		5
102	»		15 35 29			24 27 30.2	27 20.3		+ 9.9	5
103	»	12	14 51 13	21 15 51.09	50.81	23 50 44.7	50 30.2	—0.28	+14.5	6
104	»		15 25 49	21 15 53.61	53.85	23 50 29.7	50 19.1	+0.24	+10.6	7

Ohne mich um die constanten Unterschiede der October- und November-Beobachtungen zu bekümmern, welche ihre Erklärung in der damaligen grossen Lichtschwäche des Cometen finden, mache ich nur auf die entschieden auftretenden Unterschiede der am Cap und in Europa und America erhaltenen Beobachtungen aufmerksam, da diese in eine Zeit fallen, wo der Comet recht hell war. Bildet man wieder die Tagesmittel aus den Differenzen der übrigen Beobachtungen mit der Ephemeride und stellt sie mit den zu den Capbeobachtungen gehörenden zusammen, so erhält man:

Dat.	Tagesmittel. Δ A. R.	Tagesmittel. Δ Decl.	Zahl d. Beob.	Cap d. g. H. Δ A. R.	Cap d. g. H. Δ Decl.	Cap — Mittel. Δ A. R.	Cap — Mittel. Δ Decl.
1861 Dec. 23	+0^s.90	+12″.6	3	+1^s.57	+ 1″.1	+0^s.67	—11″.5
24	+2.21	—11.6	1	+2.75	+ 5.8	+0.54	+17.4
27	+0.91	+10.3	3	+1.76	+ 4.7	+0.85	— 5.6
28	+0.40	+ 7.6	2				
29				+2.05	— 4.0	+1.46	—11.9
30	+0.78	+ 8.2	2				
31				+1.49	+ 4.9		
1862 Jan. 1	+0.72	+ 3.9	1	+1.63	+ 2.9	+0.91	— 1.0
2	+0.65	+ 1.6	2	+1.95	+16.8	+1.30	+15.2
					Mittel	+0^s.96	+ 0″.4

Indem die Berliner und Capbeobachtungen ohne Rücksicht auf vorstehende Unterschiede in die 5 Gruppen: 1861 Nov. 23 — Dec. 3, 1861 Dec. 23 — 1862 Jan. 2, Jan. 6 — Jan. 18, Febr. 27 — März 3, März 5 — 12 vereinigt wurden, erhielt ich die folgenden Normalörter, neben denen ich die Unterschiede derselben von den Oertern der Ephemeride und die betreffenden aus den Beobachtungen selbst folgenden Unterschiede aufführe.

Normalörter.

M. Berl. Zeit	A.R.app. ☌	Decl. app. ☌	A.R. ☌ 1862.0	Decl. ☌ 1862.0	Eph. — N. O. Δ A.R.	Eph. — N. O. Δ Decl.	Eph. — Beob. Δ A.R.	Eph. — Beob. Δ Decl.
1861 Nov. 27.5	$22^h28^m\ 6^s.75$	+ 7°18′ 10″.0	$22^h28^m\ 6^s.07$	+ 7°18′ 6″.1	+1ˢ.36	+11″.7	+1ˢ.37	+11″.8
Dec. 28.5	22 17 37.09	+ 3 29 55.5	22 17 36.06	+ 3 29 49.4	+1.57	+ 4.2	+1.50	+ 5.0
1862 Jan. 12.0	22 13 47.86	+ 1 28 22.6	22 13 46.66	+ 1 28 15.7	+0.48	+ 6.8	+0.38	+ 3.2
März 1.5	20 50 52.03	−25 5 38.5	20 50 50.15	−25 5 45.3	+0.34	− 5.1	+0.30	− 3.5
8.5	21 6 51.49	−24 21 43.8	21 6 49.59	−24 21 51.2	+0.38	+12.8	+0.27	+14.0

5) Erscheinung 1865.

Elemente.

Ep. und Osc. 1865 Aug. 19.0 M. Berl. Zeit.

$$M = 24°46'12''.45$$
$$\varphi = 57\ 48\ 43.22$$
$$\Omega = 334\ 32\ 38.55$$
$$\pi = 158\ 3\ 48.91 \quad \text{M. Aequ. 1865.0}$$
$$i = 13\ 3\ 51.21$$
$$\mu = 1073''.87181$$

Planetarische Störungen.

M. Berl. Zeit	$n\delta z$	w_1	$r\delta s$	M. Berl. Zeit	$n\delta z$	w_1	$r\delta s$
1865 Juni 21.25	0″.00	+44	+61	1865 Juli 11.25	−0″.20	+26	+24
25.25	−0.06	+41	+53	15.25	−0.20	+21	+19
29.25	−0.12	+37	+45	19.25	−0.18	+17	+15
Juli 3.25	−0.16	+34	+37	23.25	−0.17	+13	+11
7.25	−0.19	+30	+30	27.25	−0.13	+10	+ 8

Die nach den Tafeln von Hansen und Olufsen berechneten Sonnenörter des Berliner Jahrbuchs sind um $\Delta\odot = +1''.0$ corrigirt worden, wodurch die Längen in sehr nahe Uebereinstimmung mit denjenigen von Le Verrier kommen.

Ephemeride.

6^h M. Berl. Zeit	A. R. app. ☌	Decl. app. ☌	Log. Entfernung ☌ v. ☉	Log. Entfernung ☌ v. ♁	Aberr. — Zeit.
1865 Juni 21	$7^h41^m\ 0^s.75$	+ 1°14′ 32″.5	9.8351	9.6525	$3^m43^s.6$
22	7 46 44.34	− 0 18 33.4	9.8465	9.6363	3 35.4
23	7 52 46.80	1 56 54.6	9.8576	9.6202	3 27.6
24	7 59 10.71	3 40 47.6	9.8684	9.6044	3 20.2
25	8 5 58.48	5 30 27.3	9.8789	9.5888	3 13.1
26	8 13 12.70	7 26 5.0	9.8890	9.5736	3 6.4
27	8 20 56.13	9 27 46.2	9.8989	9.5589	3 0.3
28	8 29 11.70	11 35 28.2	9.9085	9.5448	2 54.5

6^h M. Berl. Zeit	A. R. app. ☄	Decl. app. ☄	Log. Entfernung. ☄ v. ☉	Log. Entfernung. ☄ v. ♁	Aberr. — Zeit.
1865 Juni 29	$8^h 38^h\ 2^s.53$	$-13°48'\ 58''.3$	9.9179	9.5315	$2^m 49^s.2$
30	8 47 31.85	16 7 50.8	9.9270	9.5191	2 44.4
Juli 1	8 57 42.81	18 31 24.8	9.9359	9.5079	2 40.3
2	9 8 38.43	20 58 42.2	9.9445	9.4979	2 36.7
3	9 20 21.54	23 28 26.1	9.9529	9.4894	2 33.6
4	9 32 54.47	25 59 1.8	9.9611	9.4825	2 31.2
5	9 46 18.78	28 28 36.6	9.9691	9.4774	2 29.4
6	10 0 34.91	30 55 6.2	9.9769	9.4742	2 28.4
7	10 15 41.93	33 16 19.7	9.9846	9.4730	2 27.9
8	10 31 37.14	35 30 7.6	9.9920	9.4737	2 28.2
9	10 48 15.77	37 34 29.0	9.9993	9.4763	2 29.0
10	11 5 30.94	39 27 39.5	0.0064	9.4808	2 30.6
11	11 23 13.58	41 8 21.6	0.0133	9.4871	2 32.8
12	11 41 13.05	42 35 44.5	0.0201	9.4949	2 35.6
13	11 59 17.54	43 49 29.4	0.0267	9.5041	2 38.9
14	12 17 14.97	44 49 42.5	0.0332	9.5146	2 42.8
15	12 34 53.80	45 37 2.4	0.0396	9.5262	2 47.2
16	12 52 3.61	46 12 26.7	0.0458	9.5386	2 52.0
17	13 8 35.88	46 37 4.3	0.0519	9.5517	2 57.3
18	13 24 24.04	46 52 11.1	0.0579	9.5653	3 2.9
19	13 39 23.81	46 59 6.1	0.0637	9.5794	3 9.0
20	13 53 32.82	46 59 6.2	0.0695	9.5938	3 15.3
21	14 6 50.39	46 53 22.9	0.0751	9.6084	3 22.0
22	14 19 17.19	46 43 0.3	0.0806	9.6230	3 28.9
23	14 30 54.88	46 28 55.1	0.0860	9.6377	3 36.1
24	14 41 45.87	46 11 56.2	0.0913	9.6524	3 43.6
25	14 51 52.79	45 52 44.0	0.0966	9.6670	3 51.2

In dieser Erscheinung, in welcher der Comet nur nach dem Perihel sichtbar war, wurde eine Reihe vorzüglicher Beobachtungen von Herrn Mann mit dem Fadenmicrometer des $8\frac{1}{2}$ füssigen Aequatoreals der Capsternwarte geliefert. Ausserdem wurde der Comet nur noch viermal in Sidney und zweimal in Windsor in Neuholland beobachtet. Diese Beobachtungen stehen den am Cap der guten Hoffnung erhaltenen jedoch soweit an Güte nach, wie sowohl die Vergleichung mit der Ephemeride zeigt, als auch schon die Angaben der Beobachter selbst vermuthen lassen, dass ich ihre Mittheilung für überflüssig halte.

Mittlere Oerter der Sterne, mit welchen der Comet im Jahre 1865 am Cap der guten Hoffnung verglichen wurde, bestimmt am Meridiankreise der Capsternwarte.

№	Gr.	A. R. 1865 Jan. 1	Decl. 1865 Jan. 1	Zahl d. Beob.
1	(9)	$7^h59^m15^s.97$	— 3°49′27″.74	4 4
2	(8)	8 28 44.55	—11 35 28.88	4 4
3	(9)	8 46 57.60	—16 14 38.29	4 4
4	(7)	11 24 24.53	—41 10 54.08	4 4
5	(9.5)	11 42 11.96	—42 44 16.48	4 4
6	(8)	11 59 49.29	—43 45 1.12	4 4
7	(9.5)	12 0 46.69	—43 58 52.89	4 4
8	(8)	12 18 13.09	—44 52 35.08	4 4
9	(10)	12 36 35.47	—45 42 43.34	6 5
10	(9)	12 53 47.14	—46 14 29.53	4 5
11	(10)	13 8 59.08	—46 38 46.47	4 4
12	(10)	13 25 19.98	—46 50 24.00	4 4
13	(9.5)	13 26 48.49	—46 54 30.83	4 5
14	(9)	14 7 5.45	—46 48 18.31	5 5
15	(10)	14 8 4.17	—46 55 15.10	4 5
16	(8.5)	14 19 26.61	—46 44 31.97	5 6
17	(8.5)	14 20 17.31	—46 46 52.45	5 5
18	(8)	14 20 49.10	—46 37 16.72	4 5

Vergleichung der im Jahre 1865 am Cap der guten Hoffnung angestellten Beobachtungen des Cometen mit der Ephemeride.

		A. R. α		Decl. δ		Rechn.—Beob.		
Dat.	M. Berl. Z.	Beob.	Rechn.	Beob.	Rechn.	Δ A. R.	Δ Decl.	№ d. Vglst.
1865 Juni 24	$6^h27^m23^s.0$	$7^h59^m18^s.10$	$18^s.24$			+0^s.14		1
	6 39 2.4			— 3°44′ 4″.9	43′ 41″.4		+23″.5	1
	6 48 56.4	7 59 24.19	24.17			—0.02		1
28	6 25 3.3	8 29 20.73	20.63			—0.10		2
	6 30 9 1			—11 38 26.0	38 12.4		+13.6	2
30	6 15 46.0			—16 9 36.8	9 23.7		+13.1	3
	6 26 40.5	8 47 43.07	42.77			—0.30		3
	6 38 40.2			—16 11 56.7	11 38.6		+18.1	3
Juli 11	6 51 57.7			—41 11 57.1	11 44.9		+12.2	4
	7 1 55.6	11 23 61.78	59.74			—2.04		4
	7 9 4.9			—42 12 52.3	12 51.7		+ 0.6	4
12	7 9 57.6			—42 39 39.8	39 38.4		+ 1.4	5
	7 33 31.8	11 42 25.27	23.45			—1.82		5
	7 49 23.0			—42 42 0.4	41 49.5		+10.9	5
13	7 20 7.8	12 0 19.88	17.81			—2.07		6
	7 28 40.6	12 0 26.35	24.24			—2.11		7
	7 41 41.4			—43 54 7.9	54 10.9		— 3.0	6
	7 53 12.1			—43 54 43.7	54 42.5		+ 1.2	7
	8 18 22.4	12 1 2.17	1.57			—0.60		7
14	6 52 22.8	12 17 55.19	53.89			—1.30		8
	7 4 55.1			—44 52 7.8	52 6.9		+ 0.9	8
15	8 11 53.0	12 36 31.31	29.48			—1.83		9
	8 36 13 9			—45 41 24.0	41 26.6		— 2.6	9
	8 47 8.1	12 36 56.16	55.01			—1.15		9

Dat.	M. Berl. Z.	A. R. ☌ Beob.	A. R. ☌ Rechn.	Decl. ☌ Beob.	Decl. ☌ Rechn.	Rechn.—Beob. Δ A. R.	Rechn.—Beob. Δ Decl.	№ d. Vglst.
1865 Juli 16	$7^h28^m44^s.2$	$12^h53^m\ 7^s.23$	$5^s.91$			$-1^s.32$		10
	7 47 13.5			−46°14′32″.0	14′38″.2		− 6″.2	10
	8 6 32.2	12 53 33.51	32.42			−1.09		10
	8 16 53.6			−46 15 8.3	15 13.8		− 5.5	10
17	7 27 41.7	13 9 36.11	34.94			−1.17		11
	7 40 15.6			−46 38 14.5	38 24.9		−10.4	11
18	8 21 24.6	13 25 55.30	54.59			−0.71		12
	8 35 22.1			−46 53 16.0	53 18.2		− 2.2	12
	8 47 3.9			−46 53 18.0	53 22.9		− 4.9	13
	8 58 2.5	13 26 18.55	17.98			−0.57		13
21	7 21 29.0	14 7 35.20	34.00			−1.20		14
	7 33 16.7			−46 52 39.3	52 50.3		−11.0	14
	7 45 9.4			−46 52 43.1	52 46.1		− 3.0	15
	8 45 49.5	14 8 19.09	18.96			−0.13		15
22	7 12 48.0	14 19 53.83	53.62			−0.21		16
	7 22 9.8	14 19 59.51	58.30			−1.21		17
	7 34 25.3			−46 42 11.5	42 12.1		− 0.6	16
	7 43 49.6			−46 41 58.5	42 6.2		− 7.7	17
	7 54 28.6	14 20 14.87	14.43			−0.44		17
	8 10 48.3	14 20 22.95	22.58			−0.37		18
	8 25 16.1			−46 41 44.7	41 44.2		+ 0.5	18
	8·41 42.5	14 20 38.68	37.96			−0.72		18

Durch Zusammenziehung der Beobachtungen von Juni 24 — 30, Juli 11 — 16, Juli 17 — 18, Juli 21 — 22 wurden die folgenden Normalörter gebildet, neben welche ich die Unterschiede derselben von der Ephemeride und die aus den Beobachtungen selbst folgenden Unterschiede setze:

Normalörter.

M. Berl. Zeit	A. R. app. ☌	Decl. app. ☌	A. R. ☌ 1865.0	Decl. ☌ 1865.0	Eph. — N. O. Δ A. R.	Eph. — N. O. Δ Decl.	Eph. — Beob. Δ A. R.	Eph. — Beob. Δ Decl.
1865 Juni 27.0	$8^h18^m57^s.56$	− 8°57′ 7″.7	$8^h18^m55^s.63$	− 8°56′53″.0	$-0^s.20$	+21″.1	$-0^s.07$	+17″.1
Juli 13.0	11 54 48.15	−43 32 20.9	11 54 45.44	−43 32 6.8	−1.54	+ 0.5	−1.55	+ 1.3
17.0	13 4 32.76	−46 31 45.6	13 4 29.69	−46 31 34.5	−1.00	− 6.1	−0.82	− 5.8
22.0	14 16 15.84	−46 45 53.3	14 16 12.52	−46 45 46.3	−0.64	− 5.6	−0.61	− 4.4

6) Erscheinung 1868.

Elemente.

Ep. und Osc. 1868 Juni 14.0 M. Berl. Zeit.

$$M = 332°13'46''.68$$
$$\varphi = 58\ 7\ 1.08$$
$$\left.\begin{aligned} \Omega &= 334\ 31\ 33.68 \\ \pi &= 158\ 11\ 18.25 \\ i &= 13\ 6\ 40.60 \end{aligned}\right\} \text{M. Aequ. 1868.0.}$$
$$\mu = 1079''.02920$$

Planetarische Störungen.

M. Berl. Zeit	$n\delta z$	w_1	$r\delta s$.	M. Berl. Zeit	$n\delta z$	w_1	$r\delta s$
1868 Juli 21.0	—0″.42	— 4	—22	1868 Aug. 26.0	—0″.89	— 63	—59
29.0	—0.57	— 9	—30	30.0	—0.86	— 81	—60
Aug. 6.0	—0.71	—16	—40	Sept. 3.0	—0.78	—103	—60
14.0	—0.83	—29	—48	7.0	—0.67	—132	—57
22.0	—0.89	—50	—56	11.0	—0.46	—167	—48

Die Sonnenörter sind unverändert dem Berliner Jahrbuch entnommen worden, beruhen also auf den Tafeln von Hansen und Olufsen.

Ephemeride.

			Log. Entfernung.		
0^h M. Berl. Zeit	A. R. app. ☄	Decl. app. ☄	☄ v. ☉	☄ v. ♁	Aberr. — Zeit.
1868 Juli 21	$4^h 33^m 28^s.33$	+30° 20′ 21″.2	0.0839	0.2109	$13^m 28^s.9$
22	4 38 15.87	30 31 18.1	0.0785	0.2063	13 20.4
23	4 43 9.90	30 41 48.2	0.0729	0.2016	13 11.8
24	4 48 10.54	30 51 49.2	0.0672	0.1970	13 3.4
25	4 53 17.94	31 1 18.3	0.0614	0.1923	12 55.0
26	4 58 32.25	31 10 12.9	0.0555	0.1877	12 46.9
27	5 3 53.60	31 18 29.9	0.0494	0.1831	12 38.8
28	5 9 22.15	31 26 6.3	0.0432	0.1785	12 30.7
29	5 14 58.00	31 32 58.6	0.0369	0.1740	12 23.0
30	5 20 41.29	31 39 3.2	0.0304	0.1695	12 15.3
31	5 26 32.06	31 44 16.5	0.0238	0.1651	12 8.0
Aug. 1	5 32 30.41	31 48 34.5	0.0171	0.1607	12 0.6
2	5 38 36.39	31 51 53.1	0.0102	0.1563	11 53.4
3	5 44 50.07	31 54 8.2	0.0031	0.1520	11 46.3
4	5 51 11.42	31 55 15.3	9.9959	0.1478	11 39.5
5	5 57 40.46	31 55 10.0	9.9885	0.1437	11 32.9
6	6 4 17.10	31 53 47.7	9.9810	0.1396	11 26.5
7	6 11 1.30	31 51 3.8	9.9733	0.1356	11 20.2
8	6 17 52.91	31 46 53.7	9.9653	0.1318	11 14.2
9	6 24 51.83	31 41 12.2	9.9571	0.1281	11 8.5
10	6 31 57.84	31 33 54.7	9.9487	0.1245	11 3.0
11	6 39 10.78	31 24 56.3	9.9401	0.1210	10 57.7
12	6 46 30.34	31 14 12.5	9.9313	0.1177	10 52.7
13	6 53 56.27	31 1 48.4	9.9222	0.1145	10 47.8
14	7 1 28.23	30 47 9.7	9.9129	0.1114	10 43.3

0^h M. Berl. Zeit	A. R. app. ☄	Decl. app. ☄	Log. Entfernung. ☄ v. ☉	Log. Entfernung. ☄ v. ♁	Aberr. — Zeit.
1868 Aug. 15	$7^h\ 9^m\ 5^s.91$	$+30°30'\ 41''.8$	9.9033	0.1086	$10^m\ 39^s.1$
16	7 16 48.88	30 12 11.1	9.8935	0.1059	10 35.1
17	7 24 36.75	29 51 33.3	9.8833	0.1034	10 31.6
18	7 32 29.09	29 28 45.5	9.8729	0.1011	10 28.2
19	7 40 25.47	29 3 43.8	9.8622	0.0990	10 25.2
20	7 48 25.43	28 36 26.1	9.8511	0.0971	10 22.4
21	7 56 28.50	28 6 49.6	9.8397	0.0955	10 20.1
22	8 4 34.26	27 34 52.8	9.8279	0.0941	10 18.1
23	8 12 42.22	27 0 33.6	9.8157	0.0930	10 16.6
24	8 20 51.99	26 23 51.8	9.8032	0.0921	10 15.3
25	8 29 3.13	25 44 46.0	9.7903	0.0915	10 14.5
26	8 37 15.30	25 3 16.8	9.7771	0.0911	10 13.9
27	8 45 28.08	24 19 23.8	9.7634	0.0910	10 13.8
28	8 53 41.28	23 33 8.0	9.7493	0.0912	10 13.9
29	9 1 54.60	22 44 29.9	9.7348	0.0916	10 14.6
30	9 10 7.91	21 53 31.1	9.7200	0.0923	10 15.6
31	9 18 20.93	21 0 12.5	9.7048	0.0932	10 16.9
Sept. 1	9 26 33.75	20 4 37.3	9.6893	0.0944	10 18.6
2	9 34 46.32	19 6 46.5	9.6734	0.0959	10 20.8
3	9 42 58.73	18 6 42.8	9.6573	0.0976	10 23.1
4	9 51 11.02	17 4 28.0	9.6411	0.0995	10 25.9
5	9 59 23.26	16 0 6.0	9.6250	0.1016	10 28.9
6	10 7 35.78	14 53 39.4	9.6091	0.1038	10 32.1
7	10 15 48.73	13 45 14.4	9.5936	0.1061	10 35.4
8	10 24 2.29	12 34 55.5	9.5789	0.1085	10 39.0
9	10 32 16.56	11 22 50.7	9.5651	0.1110	10 42.7

Vergleichsterne.

№	A. R. 1868.0	Decl. 1868.0	№	A. R. 1868.0	Decl. 1868.0
1	$4^h50^m55^s.37$	$+30°51'\ 14''.4$	9	$6^h56^m18^s.07$	$+30°50'\ 15''.5$
2	4 53 55.85	+31 6 37.2	10	7 3 3.89	+30 41 6.5
3	5 5 1.37	+31 17 59.3	11	7 3 52.15	+30 37 21.7
4	5 8 28.92	+31 23 25.7	12	7 10 57.51	+30 16 59.4
5	5 12 0.65	+31 30 40.1	13	7 13 47.27	+30 31 35.1
6	5 14 26.38	+31 38 8.0	14	7 17 5.88	+30 26 13.2
7	5 16 42.53	+31 34 59.4	15	7 22 19.82	+30 6 0.2
8	6 48 36.15	+31 12 46.7	16	7 30 13.90	+29 35 9.9

№	A. R. 1868.0	Decl. 1868.0	№	A. R. 1868.0	Decl. 1868.0
17	$7^h31^m15^s.30$	+29°51′27″.8	26	$8^h27^m32^s.59$	+26°18′ 7″.6
18	7 54 6.01	+28 32 46.6	27	8 34 25.25	+25 30 37.0
19	7 55 5.40	+28 17 45.5	28	8 35 37.36	+25 16 18.9
20	8 0 44.97	+27 51 42.8	29	8 40 50.00	+24 36 46.5
21	8 12 0.60	+27 16 43.1	30	8 57 23.14	+23 20 53.1
22	8 16 0.55	+26 51 19.0	31	9 2 55.63	+22 12 22.5
23	8 24 43.50	+26 1 12.1	32	9 11 5.65	+21 22 8.2
24	8 26 14.85	+25 40 54.3	33	9 42 37.18	+17 27 12.4
25	8 26 25.80	+25 57 9.6			

Vergleichung der Beobachtungen des Cometen mit der Ephemeride.

№	Ort der Beob.	Dat.	M. Berl. Z.	A. R. Beob.	A. R. Rechn.	Decl. Beob.	Decl. Rechn.	Rechn.—Beob. Δ A. R.	Δ Decl.	№ d. Vglst.
1	Leipzig	1868 Juli 24	12^h48^m 6^s	$4^h50^m51^s.84$	53^s.65	+30°57′ 11″.7	56′ 56″.9	+1^s.81	—14″.8	1
2	Berlin		12 59 53	4 50 55.82	56.17	30 56 46.0	57 1.6	+0.35	+15.6	1
3	Cracau		13 32 40	4 51 1.93	3.18	30 57 45.7	57 14.6	+1.25	(—31.1)	1
4	»	25	13 17 17	4 56 10.10	11.10	31 6 53.7	6 18.6	+1.00	(—35.1)	2
5	Leipzig		13 42 47	4 56 15.52	16.66	31 6 32.2	6 28.1	+1.14	— 4.1	2
6	Cracau	26	12 57 59	5 1 25.56	24.97	31 14 52.9	14 46.4	—0.59	— 6.5	3
7	»	27	12 52 33	5 6 49.41	48.96	31 22 33.5	22 40.1	—0.48	+ 6.6	4
8	Athen		13 40 52	5 7 0.80	0.00	31 22 43.4	22 55.3	—0.80	+11.9	4
9	Lund	28	12 49 23	5 12 20.00	20.67	31 29 33.6	29 52.3	+0.67	+18.7	5
10	Cracau		13 12 13	5 12 27.35	26.01	31 30 3.5	29 58.9	—1.34	— 4.6	5
11	Lund	29	12 52 31	5 17 59.61	61.23	31 36 8.5	36 13.8	+1.62	+ 5.3	7
12	Cracau		13 15 16	5 18 7.26	6.66	31 36 20.5	36 19.5	—0.60	— 1.0	6
13	Leiden	Aug. 12	14 27 5	6 50 58.73	58.11	31 6 55.4	6 52.0	—0.62	— 3.4	8
14	Leipzig	13	13 52 48	6 58 16.32	16.93	30 53 33.1	53 30.4	+0.61	— 2.7	9
15	Lund	14	13 26 9	7 5 43.07	43.77	30 38 11.9	38 11.5	+0.70	— 0.4	10
16	Leipzig		13 54 39	7 5 52.75	52.84	30 37 56.2	37 51.8	+0.09	— 4.4	10
17	»		13 54 39	7 5 52.48	52.84	30 37 52.3	37 51.8	+0.36	— 0.5	11
18	Dublin		14 56 23	7 6 11.26	12.48	30 37 10.5	37 8.9	+1.22	— 1.6	10
19	Leiden	15	14 23 39	7 13 43.44	42.96	30 19 51.1	19 50.8	—0.48	— 0.3	13
20	Leipzig		14 34 15	7 13 45.29	46.37	30 19 47.1	19 42.5	+1.08	— 4.6	14
21	Dublin		15 1 6	7 13 53.66	55.01	30 19 24.0	19 21.7	+1.35	— 2.3	12
22	Lund	16	14 1 17	7 21 21.09	21.65	30 0 27.5	0 23.7	+0.56	— 3.8	16
23	Leipzig		14 34 49	7 21 31.83	32.56	29 59 57.1	59 54.6	+0.73	— 2.5	15
24	Lund	17	13 50 20	7 29 7.65	8.62	29 38 44.8	38 40.9	+0.97	— 3.9	17
25	Leiden		14 45 33	7 29 26.40	28.24	29 37 55.8	37 47.9	+1.84	— 7.9	16
26	Leipzig	20	13 50 45	7 53 2.54	3.76	28 19 44.7	19 38.3	+1.22	— 6.4	19
27	Athen		14 0 49	7 53 6.85	7.14	28 19 41.7	19 25.9	+0.29	—15.8	19
28	»		14 15 16	7 53 12 09	11.99	28 19 45.1	19 7.9	—0.10	—37.2	18
29	Berlin		14 49 30	7 53 22.66	23.49	28 18 31.1	18 25.4	+0.83	— 5.7	19
30	Leiden	21	15 42 27	8 1 45.16	46.13	27 46 18.1	46 11.2	+0.97	— 6.9	20
31	Berlin	22	15 1 37	8 9 38.56	39.55	27 13 54.8	13 40.3	+0.99	—14.5	21
32	Lund	23	14 14 34	8 17 32.09	32.68			+0.59	—	22
33	Athen	24	14 29 51	8 25 47.77	48.53	26 0 51.7	0 32.1	+0.76	—19.6	26
34	Lund		14 50 35	8 25 53.05	55.60	26 0 13.4	59 58.1	+2.55	—15.3	23
35	Athen		14 58 53	8 25 57.90	58.44	25 59 38.1	59 44.5	+0.54	+ 6.4	24
36	»		15 2 2	8 25 59.26	59.51	25 59 34.4	59 39.3	+0.25	+ 4.9	25
37	Lund	25	14 32 36	8 33 59.58	61.27	25 20 4.9	19 54.9	+1.69	—10.0	27
38	Berlin		15 16 0	8 34 15.22	16.11	25 18 44.5	18 39.2	+0.89	— 5.3	28
39	Athen	26	14 52 28	8 42 20.48	20.64	24 36 31.0	36 21.9	+0.16	— 9.1	29
40	»	28	15 4 0	8 58 50.36	50.96	23 2 51.9	2 52.8	+0.60	+ 0.9	29
41	Lund	29	15 4 35	9 7 2.98	4.52	22 12 59.4	12 44.8	+1.54	—14.6	31
42	Athen		15 9 51	9 7 5.52	6.32	22 12 47.5	12 33.5	+0.80	—14.0	31
43	Lund	30	15 7 34	9 15 17.11	18.67	21 20 30.5	20 11.3	+1.56	—19.2	32
44	Leipzig	Sept. 3	15 59 16	9 48 25.21	26.69	17 25 42.7	25 29.1	+1.48	—13.6	33

Durch Zusammenziehung der Beobachtungen von Juli 24 — Juli 29, Aug. 12 — Aug. 17, Aug. 20 — Aug. 25, Aug. 26 — Sept. 3 wurden die folgenden Normalörter gebildet, wobei ich jedoch mehrere an einem Abend auf derselben Sternwarte angestellte Beobachtungen mit einfachem Gewicht stimmen liess. Die beiden Cracauer Declinationen von Juli 24 und Juli 25 wurden dabei ausgeschlossen. Neben den Normalörtern findet man, wie sonst, das Resultat der directen Vergleichung derselben mit der Ephemeride und das aus den Beobachtungen selbst folgende Mittel der in der Columne Rechn. — Beob. enthaltenen Zahlen angeführt.

Normalörter.

					Ephem. — N. O.		Eph. — Beob.	
M. Berl. Zeit	A. R. app. ☌	Decl. app. ☌	A. R. ☌ 1868.0	Decl. ☌ 1868.0	Δ A. R.	Δ Decl.	Δ A. R.	Δ Decl.
1868 Juli 27.5	$5^h\ 6^m 36^s.71$	+31° 22′ 18″.8	$5^h\ 6^m 35^s.07$	+31° 22′ 24″.6	+0^s.26	+ 4″.6	+0^s.34	+ 2″.7
Aug. 15.5	7 12 56.15	+30 21 45.7	7 12 54.53	+30 21 55.7	+0.61	— 3.6	+0.68	— 3.0
23.0	8 12 41.30	+27 0 42.3	8 12 39.75	+27 0 53.5	+0.92	— 8.7	+1.03	—10.4
30.0	9 10 6.85	+21 53 43.7	9 10 5.35	+21 53 55.7	+1.06	—12.6	+1.02	—11.6

7) Erscheinung 1871.

Die Elemente, mit welchen die Rechnungen für diese Erscheinung ausgeführt worden sind, sind provisorische und die darauf gegründete Ephemeride dieselbe, mit deren Hülfe die Normalörter ursprünglich gebildet wurden. Obgleich bei Berechnung der Ephemeride die Störungen keine Berücksichtigung fanden, theile ich doch die Werthe derselben für die Dauer der Sichtbarkeit des Cometen der Vollständigkeit wegen mit.

Elemente.

Ep. und Osc. 1871 Juli 15.0 M. Berl. Zeit.

$$\left.\begin{aligned} M &= 309^\circ 57' 28''.00 \\ \varphi &= 58\ 8\ 26.30 \\ \Omega &= 334\ 33\ 29.12 \\ \pi &= 158\ 12\ 6.42 \\ i &= 13\ 7\ 25.57 \end{aligned}\right\} \text{M. Aequ. 1870.0}$$

$$\mu = 1079''.81505$$

Planetarische Störungen.

M. Berl. Zeit	$n\delta z$	w_1	$r\delta s$	M. Berl. Zeit	$n\delta z$	w_1	$r\delta s$
1871 Oct. 8.0	+0″.01	— 48	+ .9	1871 Nov. 17.0	+1″.25	—128	+ 3
13.0	+0.07	— 56	+10	22.0	+1.56	—138	— 3
18.0	+0.16	— 64	+11	27.0	+1.91	—146	—10
23.0	+0.25	— 73	+11	Dec. 2.0	+2.29	—151	—18
28.0	+0.39	— 83	+12	7.0	+2.69	—152	—27
Nov. 2.0	+0.55	— 94	+11	12.0	+3.08	—147	—35
7.0	+0.74	—105	+10	17.0	+3.46	—132	—43
12.0	+0.97	—117	+ 7	22.0	+3.78	—102	—47

Ephemeride.

12^h M. Berl. Zeit	A. R. app. ☄	Decl. app. ☄	Log. Entfernung ☄ v. ☉	Log. Entfernung ☄ v. ♁	Aberr.—Zeit.
1871 Oct. 7	$1^h25^m47^s.99$	+35°24′22″.8	0.2005	9.8087	$5^m20^s.4$
8	1 22 29.83	35 41 41.6	0.1969	9.7984	5 13.0
9	1 18 59.77	35 58 52.0	0.1933	9.7881	5 5.6
10	1 15 17.23	36 15 50.5	0.1896	9.7777	4 58.3
11	1 11 21.63	36 32 33.2	0.1859	9.7672	4 51.2
12	1 7 12.41	36 48 55.5	0.1821	9.7566	4 44.2
13	1 2 48.99	37 4 52.6	0.1783	9.7460	4 37.3
14	0 58 10.79	37 20 19.1	0.1744	9.7354	4 30.6
15	0 53 17.24	37 35 8.5	0.1705	9.7247	4 24.0
16	0 48 7.78	37 49 13.9	0.1665	9.7140	4 17.6
17	0 42 41.83	38 2 27.7	0.1625	9.7033	4 11.4
18	0 36 58.95	38 14 41.5	0.1584	9.6926	4 5.3
19	0 30 58.69	38 25 45.9	0.1542	9.6820	3 59.3
20	0 24 40.71	38 35 30.5	0.1499	9.6714	3 53.6
21	0 18 4.66	38 43 44.6	0.1456	9.6609	3 48.0
22	0 11 10.30	38 50 16.5	0.1412	9.6505	3 42.6
23	0 3 57.55	38 54 53.9	0.1368	9.6401	3 37.3
24	23 56 26.46	38 57 23.7	0.1322	9.6298	3 32.2
25	23 48 37.22	38 57 32.1	0.1276	9.6197	3 27.3
26	23 40 30.19	38 55 5.0	0.1229	9.6098	3 22.7
27	23 32 5.96	38 49 47.8	0.1182	9.6001	3 18.2
28	23 23 25.28	38 41 26.2	0.1133	9.5906	3 14.0
29	23 14 29.16	38 29 46.3	0.1084	9.5814	3 9.9
30	23 5 18.82	38 14 35.1	0.1034	9.5725	3 6.1
31	22 55 55.67	37 55 40.1	0.0983	9.5639	3 2.4
Nov. 1	22 46 21.31	37 32 50.3	0.0931	9.5557	2 59.0
2	22 36 37.52	37 5 56.7	0.0877	9.5478	2 55.7
3	22 26 46.22	36 34 52.1	0.0823	9.5404	2 52.7
4	22 16 49.46	35 59 32.1	0.0768	9.5335	2 50.0
5	22 6 49.32	35 19 54.7	0.0712	9.5271	2 47.5
6	21 56 47.88	34 36 1.1	0.0655	9.5212	2 45.3
7	21 46 47.18	33 47 55.0	0.0596	9.5158	2 43.2
8	21 36 49.19	32 55 43.6	0.0536	9.5110	2 41.4
9	21 26 55.77	31 59 36.7	0.0475	9.5068	2 39.9
10	21 17 8.55	30 59 46.8	0.0413	9.5032	2 38.6
11	21 7 29.01	29 56 28.3	0.0350	9.5002	2 37.5
12	20 57 58.39	28 49 58.0	0.0285	9.4978	2 36.6

12^h M. Berl. Zeit	A. R. app. ☄	Decl. app. ☄	Log. Entfernung ☄ v. ☉	Log. Entfernung ☄ v. ♁	Aberr. — Zeit.
1871 Nov. 13	20^{h}48^{m}37^s.74	+27°40′33″.5	0.0218	9.4960	2^{m}36^s.0
14	20 39 27.84	26 28 34.2	0.0150	9.4949	2 35.6
15	20 30 29.29	25 14 19.5	0.0081	9.4944	2 35.4
16	20 21 42.47	23 58 9.4	0.0010	9.4945	2 35.4
17	20 13 7.62	22 40 22.4	9.9937	9.4952	2 35.7
18	20 4 44.76	21 21 17.2	9.9863	9.4966	2 36.2
19	19 56 33.79	20 1 11.5	9.9786	9.4985	2 36.9
20	19 48 34.54	18 40 21.6	9.9708	9.5009	2 37.8
21	19 40 46.73	17 19 2.5	9.9628	9.5039	2 38.8
22	19 33 10.02	15 57 29.5	9.9546	9.5075	2 40.1
23	19 25 44.01	14 35 53.9	9.9462	9.5116	2 41.6
24	19 18 28.26	13 14 27.3	9.9375	9.5162	2 43.4
25	19 11 22.40	11 53 19.8	9.9286	9.5213	2 45.3
26	19 4 25.97	10 32 39.9	9.9194	9.5268	2 47.4
27	18 57 38.55	9 12 35.0	9.9100	9.5329	2 49.8
28	18 50 59.81	7 53 11.8	9.9004	9.5394	2 52.4
29	18 44 29.41	6 34 36.0	9.8905	9.5463	2 55.1
30	18 38 7.06	5 16 52.2	9.8802	9.5537	2 58.1
Dec. 1	18 31 52.53	4 0 4.3	9.8697	9.5615	3 1.3
2	18 25 45.63	2 44 15.7	9.8588	9.5698	3 4.8
3	18 19 46.29	1 29 29.4	9.8476	9.5786	3 8.6
4	18 13 54.50	+ 0 15 47.7	9.8360	9.5878	3 12.7
5	18 8 10.39	— 0 56 47.1	9.8241	9.5974	3 17.0
6	18 2 34.09	2 8 13.6	9.8119	9.6075	3 21.6
7	17 57 5.90	3 18 30.1	9.7992	9.6180	3 26.5
8	17 51 46.21	4 27 35.4	9.7862	9.6290	3 31.8
9	17 46 35.56	5 35 28.7	9.7728	9.6405	3 37.5
10	17 41 34.58	6 42 8.8	9.7590	9.6524	3 43.6
11	17 36 44.08	7 47 34.8	9.7448	9.6648	3 50.1
12	17 32 4.98	8 51 46.3	9.7301	9.6777	3 57.0
13	17 27 38.36	9 54 43.0	9.7151	9.6910	4 4.3

Vergleichsterne.

№	A. R. 1871.0	Decl. 1871.0	№	A. R. 1871.0	Decl. 1871.0
1	17^{h}44^{m}46^s.85	— 6°13′29″.3	4	17^{h}57^m 2^s.65	— 6°21′39″.3
2	17 49 59.06	— 4 3 37.0	5	18 0 9.35	— 3 14 50.8
3	17 51 53.24	— 5 24 35.7	6	18 1 53.56	— 2 55 25.7

№	A. R. 1871.0	Decl. 1871.0	№	A. R. 1871.0	Decl. 1871.0
7	$18^h\ 3^m 51^s.31$	$-\ 1°46'39''.6$	45	$20^h 21^m 29^s.44$	$+24°14'13''.8$
8	18 4 37.97	— 0 40 56.2	46	20 30 36.21	+25 26 11.5
9	18 6 34.06	— 1 44 59.2	47	20 32 6.02	+25 33 52.3
10	18 9 31.01	— 0 35 42.2	48	20 32 48.44	+25 8 22.0
11	18 9 54.38	— 1 0 6.8	49	20 42 4.39	+26 46 34.5
12	18 14 29.53	+ 0 40 13.2	50	20 49 10.94	+27 43 25.8
13	18 17 22.22	+ 0 44 33.9	51	20 50 1.62	+27 0 29.5
14	18 21 41.15	+ 1 55 45.3	52	20 50 7.73	+28 6 5.1
15	18 25 58.50	+ 2 49 55.7	53	20 50 23.96	+28 12 27.5
16	18 27 0.77	+ 1 48 31.6	54	20 50 57.27	+27 49 18.2
17	18 28 8.04	+ 3 2 15.0	55	21 0 8.79	+29 4 21.2
18	18 29 18.07	+ 3 57 56.2	56	21 0 21.05	+29 0 46.8
19	18 33 25.82	+ 4 21 46.4	57	21 3 41.58	+29 51 10.9
20	18 34 56.76	+ 4 26 26.1	58	21 7 26.77	+29 41 55.8
21	18 37 25.65	+ 5 36 33.8	59	21 7 30.40	+30 16 27.7
22	18 39 7.84	+ 5 22 11.1	60	21 16 37.51	+30 54 33.3
23	18 41 46.10	+ 6 31 9.6	61	21 17 38.44	+31 10 38.2
24	18 52 8.61	+ 8 22 1.3	62	21 18 51.48	+31 13 12.8
25	18 52 17.25	+ 8 15 21.0	63	21 19 38.87	+30 55 13.2
26	18 57 36.56	+ 9 10 55.7	64	21 25 5.48	+32 1 59.5
27	19 5 24.70	+10 41 9.4	65	21 27 20.79	+32 12 24.3
28	19 12 21.01	+11 55 47.8	66	21 28 15.42	+31 51 28.3
29	19 13 49.17	+11 47 51.0	67	21 33 37.73	+33 21 29.5
30	19 34 31.58	+16 2 15.5	68	21 34 25.56	+33 0 55.4
31	19 44 12.89	+17 38 1.5	69	21 35 47.62	+32 47 16.3
32	19 50 45.73	+18 50 36.9	70	21 37 21.87	+32 57 35.0
33	19 51 43.89	+18 59 56.8	71	21 46 47.91	+33 46 30.2
34	19 56 44.33	+20 8 31.6	72	21 49 1.04	+33 54 16.6
35	19 57 22.60	+20 30 55.2	73	21 50 35.77	+33 56 24.5
36	19 59 12.65	+20 20 12.6	74	21 55 23.49	+34 40 54.8
37	20 4 35.81	+21 45 50.9	75	21 56 20.83	+34 41 18.6
38	20 5 42.62	+21 29 36.1	76	21 57 17.72	+34 37 53.2
39	20 5 50.01	+21 38 39.2	77	22 6 15.11	+35 21 42.5
40	20 13 51.38	+22 35 40.7	78	22 9 6.49	+35 30 58.3
41	20 15 18.65	+23 7 54.7	79	22 17 7.24	+36 0 22.9
42	20 15 54.86	+22 26 37.8	80	22 20 55.60	+36 6 29.3
43	20 19 38.15	+23 1 33.9	81	22 28 43.70	+36 37 18.9
44	20 20 36.98	+24 1 31.0	82	22 33 41.60	+36 40 59.8

№	A. R. 1871.0	Decl. 1871.0	№	A. R. 1871.0	Decl. 1871.0
83	$22^h37^m\ 4^s.13$	$+37°\ 7'\ 41''.2$	95	$0^h43^m\ 2^s.26$	$+38°\ 0'\ 21''.3$
84	22 37 58.69	+37 17 31.0	96	0 49 35.85	+37 47 56.6
85	22 48 8.81	+37 31 23.5	97	0 53 8.68	+37 36 30.5
86	22 58 4.48	+37 54 54.0	98	0 53 48.30	+37 34 15.3
87	0 24 39.73	+38 37 8.0	99	1 0 9.73	+37 20 17.9
88	0 25 14.41	+38 27 26.1	100	1 3 55.72	+37 2 10.5
89	0 28 9.81	+38 27 24.0	101	1 11 54.42	+36 35 3.7
90	0 28 26.58	+38 14 34.8	102	1 15 42.21	+36 11 37.8
91	0 29 51.70	+38 34 52.6	103	1 17 2.68	+36 12 33.1
92	0 34 52.04	+38 11 13.8	104	1 18 22.49	+35 41 9.8
93	0 40 17.40	+38 19 26.7	105	1 21 49.45	+35 57 35.6
94	0 42 57.54	+38 2 6.8			

Vergleichung der Beobachtungen des Cometen mit der Ephemeride.

				A. R.		Decl.		Rechn.—Beob.		
№	Ort der Beob.	Dat.	M. Berl. Z.	Beob.	Rechn.	Beob.	Rechn.	Δ A. R.	Δ Decl.	№ d. Vglst.
1	Marseille.	1871 Oct. 8	$13^h\ 6^m\ 4^s.8$	$1^h22^m24^s.26$	$20^s.46$	+35°42′42″.3	42′29″.1	$-3^s.80$	−13″.2	104
2	»	9	13 53 46.5	1 18 46.65	42.67	36 0 29.0	0 13.0	−3.98	−16.0	105
3	Lund.	10	10 45 8.4	1 15 31.64	29.12	36 15 7.8	14 57.8	−2.52	−10.0	102
4	Marseille. . . .		12 15 46.2	1 15 18.76	14.72	36 16 19.3	16 1.6	−4.04	−17.7	103
5	Lund.	11	8 51 38.9	1 11 53.57	53.15			−0.42		101
6	»		9 23 14.0			36 30 57.1	30 45.0		−12.1	101
7	Marseille. . . .	13	13 8 54.5	1 2 41.03	36.02	37 5 52.4	5 37.7	−5.01	−14.7	100
8	Hamburg	14	10 31 29 1	0 58 33 14	28.33	37 19 54.9	19 23.2	−4.81	−31.7	99
9	»	15	9 50 25.7	0 53 48.64	44.29	37 34 20.3	33 50.2	−4.35	−30.1	98
10	Marseille. . . .		14 46 42.3	0 52 46.98	42.24	37 37 10.3	36 48.8	−4.74	−21.5	97
11	Hamburg	16	12 37 32.8	0 48 3.60	59.49	37 49 52.1	49 35.3	−4.11	−16.8	96
12	Leipzig	17	7 22 50.3	0 43 46.94	45.86	38 0 1.5	59 59.2	−1.08	− 2.3	94
13	»		7 39 34.3	0 43 44.17	42.01	37 59 49.8	60 8.3	−2.16	+18.5	95
14	Hamburg		8 46 49.0	0 43 32.50	26.52	38 0 55.3	0 44.4	−5.98	−10.9	94
15	»	18	9 4 28.9	0 37 47.44	41.66	38 13 35.1	13 15.5	−5.78	−19.6	93
16	Leipzig		8 27 17.6	0 37 54.58	50.68	38 12 48.8	12 57.2	−3.90	+ 8.4	92
17	Hamburg	19	8 30 6.0	0 31 58.77	52.29	38 24 36.5	24 13.7	−6.48	−22.8	89
18	Leipzig		9 42 7.1	0 31 23.00	33.94	38 43 7.5	24 45.5			91
19	»	20	10 4 57.8	0 25 51 68	11.57	38 25 55.0	34 46.9			88
20	Durham.		11 32 43.1	0 24 51.01	48.03	38 36 10.2	35 20.2	−2 98	−50.0	90
21	Hamburg		13 33 25.9	0 24 20.74	15.57	38 36 34.4	36 5.5	−5.17	−28.9	87
22	»	31	6 53 6.1	22 58 3.54	56.70	38 0 39.7	59 43.0	−6.84	−56.7	86
23	Leiden.	Nov. 1	8 19 34.2	22 47 55.63	49.89	37 37 9.2	36 35.3	−5.74	−33.9	85
24	Hamburg.	2	8 26 29.0	22 38 8.61	4.61	37 10 54.7	10 11.4	−4.00	−43.3	84
25	Washington . . .		13 3 57.2	22 36 15 52	11.40	37 5 14.5	4 39.3	−4.12	−35.2	83
26	Leipzig	3	7 38 23.8	22 28 37.04	34.11	36 41 48.4	40 49.5	−2.93	−58.9	82
27	Lund.		8 53 10.9	22 28 9.48	3.29	36 39 45.3	39 8.3	−6.19	−37.0	81
28	Hamburg		12 36 23.5	22 26 37.04	31.20	36 34 51.3	34 1.9	−5.84	−49.4	81
29	»	4	8 11 32.8	22 18 30.24	24.40	36 6 11 8	5 24.3	−5.84	−47.5	79
30	Leiden.		8 11 56.3	22 18 25.88	24.26	36 5 28.7	5 24.5	−1.62	− 4.2	79
31	Lund.		10 11 14.8	22 17 41.37	34.67	36 3 7.4	2 21.2	−6.70	−46.2	79
32	Leipzig	5	7 17 37.0	22 8 52.12	47.19	35 28 45.8	28 1.1	−4.93	−44.7	78
33	Kremsmünster .		7 35 34.8	22 8 40.45	39 69	35 28 19.7	27 30.4	−0.76	−49.3	78
34	Hamburg		9 57 16.3	22 7 45.09	40.54	35 24 19.7	23 27.1	−4.55	−52.6	78
35	Leiden.		14 28 28.5	22 5 49 77	47.32	35 17 12.1	15 35.1	−2.45	−97.0	77
36	Leipzig	6	7 15 58.3	21 58 50.66	46.53	34 45 52.1	45 0.6	−4.13	−51.5	76
37	Kremsmünster. .		8 0 4.8	21 58 33.34	28.10	34 44 31.1	43 37.4	−5.24	−53.7	74

№	Ort der Beob.	Dat.	M. Berl. Zeit	A. R. ♂ Beob.	A. R. ♂ Rechn.	Decl. ♂ Beob.	Decl. ♂ Rechn.	Rechn. — Beob. Δ A. R.	Rechn. — Beob. Δ Decl.	№ d. Vglst.
38	Hamburg	1871 Nov. 6	$9^h12^m13^s.6$	$21^h58^m3^s.58$	$57^s.97$	+34°42′13″.2	41′20″.8	−5ˢ.61	−52″.4	76
39	Berlin		10 55 38.7	21 57 20.38	14.76	34 38 44.5	38 2.8	−5.62	−41.7	76
40	Lund		12 37 7.7	21 56 38.79	32.38	34 35 41.2	34 56.4	−6.41	−44.8	75
41	Washington		13 41 8 6	21 56 9.94	5.62	34 33 46.0	32 46.4	−4.32	−59.6	74
42	Pulkowa	7	7 25 43.7	21 48 46.49	41.46	33 58 2.7	57 23.7	−5.03	−39.0	72
43	Leipzig		8 17 12.5	21 48 20.93	20.01	33 56 8.3	55 37.7	−0.92	−30.6	73
44	Washington		13 22 17.7	21 46 16.13	12.91	33 45 47.2	45 2.4	−3.22	−44.8	71
45	Leipzig	8	7 29 10.2	21 38 44.26	41.38	33 6 49.8	5 50.7	−2.88	−59.1	68
46	Durham		10 16 48.1	21 37 34.82	31.92	33 0 4.3	59 36.0	−2.90	−28.3	67
47	Leiden		12 58 12.4	21 36 26.59	25.12	32 54 26.2	53 32.2	−1.47	−54.0	70
48	Washington		13 50 43.5	21 36 7.56	3.37	32 52 7.1	51 32.8	−4.19	−34.3	69
49	Lund	9	7 45 16.8	21 28 43.83	40.35	32 10 41.2	9 49.2	−3.48	−52.0	65
50	Durham		10 38 44.1	21 27 32.69	29.12	32 3 17.1	2 52.8	−3.57	−24.3	64
51	Hamburg		12 57 32.4	21 26 37.50	32.16	31 58 9.7	57 17.5	−5.34	−52.2	66
52	Berlin	10	7 7 20.2	21 19 14.20	7.34	31 13 12.6	12 13.9	−6.86	−58.7	62
53	Kremsmünster		7 14 46.8	21 19 7.78	4.31	31 12 54.1	11 54.9	−3.47	−59.2	62
54	Wien		8 39 31.8	21 18 31.61	29.89	31 9 5.5	8 19.4	−1.72	−46.1	61
55	Leiden		12 18 47.1	21 17 2.61	0.92	30 59 51.4	58 58.6	−1.69	−52.8	60
56	Washington		13 2 0 3	21 16 48.53	43.42	30 57 35.0	57 7.3	−5.11	−27.7	63
57	Lund	11	7 47 8.3	21 9 14.76	10.18	30 8 34.3	7 49.6	−4.58	−44.7	59
58	Durham		11 20 44.1	21 7 49.34	44.73	29 59 10.5	58 14.4	−4.61	−56.1	58
59	Washington		13 2 12.4	21 7 7.10	4.17	29 54 13.7	53 39.7	−2.93	−34.0	57
60	Pulkowa	12	6 59 12.5	21 0 2.98	56.81	29 4 56.8	4 6.5	−6.17	−50.3	55
61	Lund		7 0 25.2	21 0 2.12	56.33	29 5 1.4	4 3.2	−5.79	−58.2	56
62	Hamburg		8 36 44.5	20 59 23.77	18.36			−5.41		56
63	»		8 42 39.5			29 0 6.7	59 15.5		−51.2	56
64	Athen	13	6 12 40.3	20 50 55.33	52.02	27 58 7.9	57 33.0	−3.31	−34.9	53
65	Lund		6 23 4.9	20 50 52.25	47.99	27 57 55.1	57 2.5	−4.26	−52.6	52
66	Leipzig		6 54 58.9	20 50 38.80	35.64	27 56 22.4	55 29.2	−3.16	−53.2	51
67	Berlin		7 23 14.9	20 50 29.54	24.69	27 54 46.9	54 6.7	−4.85	−40.2	54
68	Hamburg		9 12 50.1	20 49 47.00	42 27	27 49 36.3	48 45.0	−4.73	−51.3	50
69	Pulkowa	14	5 27 1.6	20 42 1.54	56.81	26 49 27.2	48 27.2	−4.73	−60.0	49
70	Athen		5 54 59.2	20 41 49.00	46.19	26 47 46.5	47 2.8	−2.81	−43.7	49
71	»	15	6 33 19.1	20 32 34.72	30.45	25 31 48.2	31 21.3	−4.27	−26.9	47
72	Kremsmünster		6 37 59.3	20 32 31.97	28.72	25 31 34.4	31 6.7	−3.25	−27.7	46
73	Wien		7 21 13.3	20 32 14.45	12.66	25 29 24.1	28 52.0	−1.79	−32.1	46
74	Leiden		9 50 30.3	20 31 17.71	17.26			−0.45		46
75	»		10 15 37.3			25 20 27.5	19 46.5		−41.0	46
76	Durham		11 18 23.0	20 30 49.42	44.69	25 17 10.7	16 30.0	−4.73	−40.7	48
77	Leipzig	16	6 48 59.6	20 23 39.10	35.25	24 15 39.3	14 45.4	−3.85	−53.9	45
78	Durham		8 30 47.7	20 23 2.41	58.28	24 10 15.7	9 19.8	−4.13	−55.9	44
79	Berlin		8 31 45.6	20 23 2.31	57.93	24 10 9.2	9 16.7	−4.38	−52.5	45
80	Leipzig	17	6 43 52.3	20 15 2.21	59.62	22 58 7.8	57 34.3	−2.59	−33.5	43
81	Hamburg		6 52 14.6	20 15 1.44	56.65	22 58 1.3	57 7.2	−4.79	−54.1	41
82	Durham		11 1 24.4	20 13 31.37	28.33	22 44 23.8	43 34.0	−3.04	−49.8	42
83	Washington		13 17 1.2	20 12 44.11	40.42	22 36 53.1	36 10.2	−3.69	−42.9	40
84	Leipzig	18	6 26 38.9	20 6 43.19	40.11	21 40 34.6	39 41.8	−3.08	−52.8	39
85	Lund		6 32 14.9	20 6 41 99	38.16			−3.83		38
86	»		6 42 25.9			21 39 32.1	38 51.1		−41.0	38
87	Hamburg		7 18 17.1	20 6 24.90	22.21	21 37 29.6	36 51.0	−2.69	−38.6	38
88	Berlin		9 6 29.9	20 5 49.17	44.72	21 31 35.1	30 52.6	−4.45	−42.5	38
89	Leiden		9 22 42.5	20 5 41.34	39.11	21 30 55.1	29 58.8	−2.23	−56.3	38
90	Durham		10 38 4.8	20 5 15.96	13.04	21 26 32.0	25 49.0	−2.92	−43.0	37
91	Upsala	19	6 5 40.2	19 58 37.64	33.50	20 21 54.5	20 58.8	−4.14	−55.7	36
92	Lund		7 13 4.2	19 58 14.01	10.68	20 18 6.3	17 13.2	−3.33	−53.1	35
93	Hamburg		8 17 58.4	19 57 52.44	48.73	20 14 29.5	13 35.8	−3.71	−53.7	34
94	Upsala	20	6 4 23.3	19 50 35.72	31.81	19 1 12.3	0 22.6	−3.91	−49.7	33
95	Lund		6 22 50.4	19 50 29.72	25.72	18 59 52.7	59 20.3	−4.00	−32.4	32
96	Hamburg		6 56 41.6	19 50 18.45	14.54	18 58 14.3	57 26.1	−3.91	−48.2	32
97	Pulkowa	21	6 8 45.2	19 42 43.90	39.80	17 39 39.6	38 54.6	−4.10	−45.0	31
98	Durham	22	10 0 42.0	19 33 50.96	47.43	16 4 55.9	4 11.2	−3.53	−44.7	30
99	Washington	25	12 26 0.6	19 11 17.98	14.80	11 52 29.3	51 52.1	−3.18	−37.2	29
100	»		12 30 17.6	19 11 16.65	13.55	11 52 15.1	51 37.7	−3.10	−37.4	28
101	»	26	12 0 26.5	19 4 29.20	25.84	10 33 11.3	32 38.4	−3 36	−32.9	27

№	Ort d. Beob.	Dat.	M. Berl. Zeit	A. R. Beob.	A. R. Rechn.	Decl. Beob.	Decl. Rechn.	Rechn. — Beob. Δ A. R.	Rechn. — Beob. Δ Decl.	№ d. Vglst.
102	Washington	1871 Nov. 27	$12^h\ 5^m\ 14^s.1$	$18^h\ 57^m\ 40^s.46$	$37^s.09$	+ 9°12′ 56″.0	12′ 17″.6	$-3^s.37$	− 38″.4	26
103	Athen	28	5 29 25.6	18 52 50.48	47.12	8 15 13.8	14 39.3	−3.36	− 34.5	25
104	»		6 22 32.5	18 52 35.85	43.50	8 12 15.8	11 44.1	−3.35	− 31.7	24
105	Washington	29	12 21 24.8	18 44 26.79	23.66	6 33 58.4	33 26.3	−3.13	− 32.1	23
106	Upsala	30	5 17 18.6	18 39 56.77	53.18	5 38 56.0	38 31.0	−3.59	− 25.0	21
107	Athen		5 33 16.7	18 39 51.85	48 96	5 38 18.6	37 39.4	−2.89	− 39.2	22
108	Lund	Dec. 1	5 34 19.5	18 33 35.56	32 08	4 21 6.2	20 32.8	−3.48	− 33.4	20
109	Hamburg		6 22 59.7	18 33 23.13	19.49	4 18 36.2	17 57.6	−3.64	− 38.6	20
110	»		6 39 16.7	18 33 17.58	15.29	4 17 47.9	17 5.6	−2.29	− 42.3	19
111	»		7 6 42.7	18 33 11.72	8.19	4 16 23.9	15 38.2	−3.53	− 45.7	19
112	Washington		11 58 33.6	18 31 56.01	52.90	4 0 35.7	0 8.9	−3.11	− 26.8	18
113	Athen	2	5 1 2.4	18 27 35.38	31.60	3 7 10.0	6 12.8	−3.78	− 57.2	17
114	Pulkowa		5 16 59.7	18 27 30.98	27.55	3 5 57.3	5 22.6	−3.43	− 34.7	17
115	Athen		5 38 13.8	18 27 24.50	22.16	3 4 49.2	4 15.7	−2.34	− 33.5	17
116	Berlin		5 44 14.1	18 27 22.94	20.64	3 4 38.0	3 56.8	−2.30	− 41.2	17
117	Lund		5 58 25.1	18 27 19.26	17.05			−2.21		17
118	Leipzig		6 48 50.9	18 27 6.09	4.27	3 1 8.0	0 33.4	−1.82	− 34.6	17
119	Washington		11 56 19.1	18 25 49.51	46.56	2 44 55.5	44 27.2	−2.95	− 28.3	15
120	Athen	3	4 57 18.2	18 21 31.71	30.99	1 51 5	51 19.7	−0.7	+ 15	14
121	Berlin		5 18 56.4	18 21 28.94	25.61	1 50 43.3	50 12.5	−3.33	− 30.8	14
122	Kremsmünster		6 17 16.0	18 21 12.85	11.13	1 47 28.2	47 11.4	−1.72	− 16.8	16
123	Hamburg	4	5 27 45.4	18 15 32.56	29.58	0 36 18.8	35 45.6	−2.98	− 33.2	13
124	Lund		5 54 14.3	18 15 26.29	23.13	0 34 47.0	34 24.6	−3.16	− 22.4	13
125	Leiden		6 58 59.8	18 15 10.72	7.41	+ 0 31 27.3	31 6.6	−3.31	− 20.7	12
126	Berlin	5	5 26 36.1	18 9 47.12	43.62	− 0 36 33.3	37 4.1	−3.50	− 30.8	10
127	Leipzig		6 11 0.0	18 9 36.12	33.08	0 38 47.4	39 17.9	−3.04	− 30.5	8
128	Washington		12 8 36.9	18 8 11.61	8.36	0 56 48.8	57 12.9	−3.25	− 24.1	11
129	Lund	6	5 29 48.7			1 48 37.1	48 58.9		− 21.8	7
130	»		5 33 13.7	18 4 7.15	3.63			−3.52		7
131	Hamburg		5 48 57.8	18 4 2.76	59.99	1 49 15.3	49 55.7	−2.77	− 40.4	9
132	Lund		6 0 15.5	18 4 0.86	57.36			−3.50		7
133	»		6 1 49.5			1 50 14.4	50 33.9		− 19.5	7
134	Hamburg		6 7 59.8	18 3 57.93	55.56	1 50 27.8	50 52.2	−2.37	− 24.4	9
135	Athen	7	4 57 5.8	17 58 44.91	41.42	2 57 27.9	57 58.6	−3.49	− 30.7	5
136	Hamburg		5 37 10.9	17 58 35.05	32.35	2 59 2.7	59 56.0	−2.70	− 53.3	6
137	Washington		11 50 25.4	17 57 11.83	8.05	3 17 45.7	18 2.3	−3.78	− 16.6	5
138	Lund	8	5 17 13.6	17 53 17.99	14.74			−3.25		2
139	»		5 17 28.6			4 7 53.8	8 23.8		− 30.0	2
140	Hamburg		5 29 29.3	17 53 14.48	12.05	4 8 42.3	8 58.3	−2.43	− 16.0	2
141	Kremsmünster	9	5 42 32.6	17 47 58.43	56.08	5 17 35.8	17 48.0	−2.35	− 12.2	3
142	Lund	10	5 17 2.0	17 43 0.61	57.80			−2.81		1
143	»		5 17 45.0			6 23 15.8	23 38.8		− 23.0	1
144	Berlin		5 29 29.9	17 42 54.07	55.20	6 22 4.5	24 11.3	(+1.13)	(−126.8)	4
145	Hamburg		5 34 34.6	17 42 56.61	54.16	6 23 36.2	24 25.3	−2.45	− 49.1	1

Die Beobachtungen 18, 19, 144 sind durch nicht aufzuklärende Versehen entstellt

Bei Bildung der Normalörter hielt ich mich nur an die Beobachtungen der Sternwarten: Athen, Berlin, Durham, Hamburg, Leipzig, Lund, Marseille, Pulkowa, Upsala und Washington, welche, mit Ausnahme von Athen, sämmtlich mit Instrumenten ersten Ranges ausgerüstet sind. Die Gruppirung der Beobachtungen war die folgende:

		Eph. — N. O. Δ A. R.	Eph. — N. O. Δ Decl.
Oct. 8 — Oct. 20	14 Beob.	$-4^s.66$	−19″.0
Oct. 31 — Nov. 9	23 »	−4.93	−46.6
Nov. 10 — Nov. 19	32 »	−4.29	−47.8
Nov. 20 — Nov. 30	11 »	−3.52	−36.9
Dec. 1 — Dec. 10	24,23 »	−2.98	−30.7

Einige Beobachtungen sind ausgeschlossen worden. Daraus erhält man die Normalörter.

Normalörter.

M. Berl. Zeit	A. R. app. ☿	Decl. app. ☿	A. R. ☿ 1871.0	Decl. ☿ 1871.0
1871 Oct. 14.5	$0^h58^m15^s.45$	$+37°20'38''.1$	$0^h58^m14^s.09$	$+37°20'29''.5$
Nov. 5.5	22 6 54.25	+35 20 41.3	22 6 53.04	+35 20 33.4
15.0	20 35 1.41	+25 52 30.3	20 35 0.13	+25 52 24.7
25.5	19 11 25.92	+11 53 56.7	19 11 24.41	+11 53 54.2
Dec. 5.0	18 11 4.46	− 0 20 7.4	18 11 2.70	− 0 20 7.0

8) Erscheinung 1875.

Statt für die Bildung der Normalörter in der Erscheinung von 1875 eine neue Ephemeride zu berechnen, habe ich es vorgezogen, die vorausberechnete derart zu verbessern, dass sie für diesen Zweck verwandt werden konnte. Dieselbe beruht auf den folgenden zu dem System III* gehörenden osculirenden Elementen, welche ohne Berücksichtigung anderer als der planetarischen Störungen aus den in § 1 mitgetheilten für 1865 Aug. 19.0 osculirenden Elementen abgeleitet worden sind. Bei Berechnung der Ephemeride sind die Störungen, welche der Comet von der Epoche 1874 Oct. 27.0 ab erlitten hat, berücksichtigt worden:

Elemente III* d.

Ep. und Osc. 1874 Oct. 27.0 M. Berl. Zeit.

$M = 309°36'17''.20$
$\varphi = 58\ 8\ 56.40$
$\Omega = 334\ 36\ 33.87$
$\pi = 158\ 17\ 19.95$ } M. Aequ. 1875.0
$i = 13\ 7\ 19.42$
$\mu = 1079''.22090$

Planetarische Störungen.

M. Berl. Zeit	$n\delta z$	w_1	$r\delta s$	M. Berl. Zeit	$n\delta z$	w_1	$r\delta s$
1875 Jan. 20.0	−0''.74	+ 2	−20	1875 Apr. 5.0	−1''.65	−143	− 50
30.0	−0.96	− 1	−25	10.0	−1.40	−195	− 39
Febr. 9.0	−1.19	− 4	−31	15.0	−1.00	−258	− 22
19.0	−1.41	− 10	−38	20.0	−0.44	−322	0
März 1.0	−1.62	− 19	−45	25.0	+0.27	−378	+ 22
11.0	−1.79	− 34	−51	30.0	+1.10	−425	+ 43
16.0	−1.85	− 45	−54	Mai 5.0	+2.03	−464	+ 62
21.0	−1.88	− 59	−56	10.0	+3.05	−498	+ 80
26.0	−1.87	− 79	−56	15.0	+4.15	−526	+ 97
31.0	−1.80	−106	−55	20.0	+5.30	−552	+113

Ephemeride.

6^h M. Berl. Zeit.	A. R. app. ☄	Decl. app. ☄	Log. Entfernung. ☄ v. ☉	☄ v. ♁	Aberr. — Zeit.
1875 Jan. 25	$23^h24^m22^s.15$	+ 4°24′13″.7	0.1851	0.2983	$16^m29^s.4$
26	23 25 44.83	4 32 2.4	0.1813	0.2977	16 27.9
27	23 27 8.79	4 40 0.4	0.1775	0.2970	16 26.2
28	23 28 34.04	4 48 7.9	0.1736	0.2962	16 24.5
29	23 30 0.60	4 56 24.9	0.1696	0.2955	16 22.7
30	23 31 28.46	5 4 51.3	0.1656	0.2946	16 20.8
31	23 32 57.65	5 13 27.3	0.1616	0.2937	16 18.8
Febr. 1	23 34 28.15	5 22 12.7	0.1574	0.2927	16 16.7
2	23 35 59.96	5 31 7.7	0.1532	0.2917	16 14.4
3	23 37 33.11	5 40 12.1	0.1490	0.2907	16 12.0
4	23 39 7.63	5 49 26.0	0.1446	0.2896	16 9.6
5	23 40 43.52	5 58 49.4	0.1402	0.2884	16 7.0
6	23 42 20.81	6 8 22.3	0.1358	0.2871	16 4.2
7	23 43 59.51	6 18 4.6	0.1312	0.2858	16 1.2
8	23 45 39.64	6 27 56.4	0.1266	0.2844	15 58.1
9	23 47 21.21	6 37 57.6	0.1219	0.2830	15 55.0
10	23 49 4.22	6 48 8.2	0.1171	0.2815	15 51.8
11	23 50 48.71	6 58 28.2	0.1122	0.2800	15 48.4
12	23 52 34.69	7 8 57.5	0.1073	0.2783	15 44.8
13	23 54 22.19	7 19 36.1	0.1022	0.2766	15 41.1
14	23 56 11.21	7 30 23.9	0.0971	0.2749	15 37.3
15	23 58 1.80	7 41 21.0	0.0919	0.2730	15 33.3
16	23 59 53.98	7 52 27.2	0.0865	0.2711	15 29.3
17	0 1 47.79	8 3 42.6	0.0811	0.2692	15 25.1
18	0 3 43.24	8 15 7.1	0.0756	0.2671	15 20.7
19	0 5 40.37	8 26 40.7	0.0699	0.2650	15 16.2
20	0 7 39.24	8 38 23.3	0.0642	0.2628	15 11.6
21	0 9 39.87	8 50 14.9	0.0583	0.2605	15 6.8
22	0 11 42.30	9 2 15.5	0.0523	0.2581	15 1.9
23	0 13 46.58	9 14 25.0	0.0462	0.2557	14 56.8
24	0 15 52.76	9 26 43.4	0.0399	0.2532	14 51.6
25	0 18 0.88	9 39 10.6	0.0335	0.2506	14 46.2
26	0 20 10.96	9 51 46.4	0.0270	0.2479	14 40.7
27	0 22 23.07	10 4 30.7	0.0203	0.2451	14 35.1
28	0 24 37.28	10 17 23.4	0.0135	0.2422	14 29.3

6^h M. Berl. Zeit.	A. R. app. ☄	Decl. app. ☄	Log. Entfernung. ☄ v. ☉	Log. Entfernung. ☄ v. ♁	Aberr.—Zeit.
1875 März 1	$0^h 26^m 53^s.63$	+10° 30′ 24″.4	0.0065	0.2392	$14^m 23^s.4$
2	0 29 12.17	10 43 33.5	9.9994	0.2361	14 27.2
3	0 31 32.96	10 56 50.5	9.9921	0.2329	14 10.9
4	0 33 56.07	11 10 15.1	9.9846	0.2296	14 4.5
5	0 36 21.57	11 23 47.0	9.9769	0.2262	13 57.9
6	0 38 49.50	11 37 26.1	9.9690	0.2227	13 51.1
7	0 41 19.94	11 51 11.8	9.9610	0.2190	13 44.1
8	0 43 52.96	12 5 3.8	9.9527	0.2152	13 37.0
9	0 46 28.62	12 19 1.4	9.9442	0.2114	13 29.8
10	0 49 6.99	12 33 4.1	9.9355	0.2073	13 22.3
11	0 51 48.14	12 47 11.2	9.9265	0.2032	13 14.7
12	0 54 32.15	13 1 22.2	9.9173	0.1989	13 6.8
13	0 57 19.08	13 15 36.0	9.9079	0.1944	12 58.7
14	1 0 9.02	13 29 51.8	9.8981	0.1898	12 50.5
15	1 3 2.02	13 44 8.5	9.8881	0.1850	12 42.1
16	1 5 58.17	13 58 24.7	9.8778	0.1800	12 33.4
17	1 8 57.52	14 12 39.2	9.8672	0.1749	12 24.5
18	1 12 0.15	14 26 50.1	9.8562	0.1696	12 15.5
19	1 15 6.09	14 40 55.9	9.8450	0.1640	12 6.2
20	1 18 15.41	14 54 54.3	9.8334	0.1583	11 56.6
21	1 21 28.14	15 8 42.9	9.8214	0.1523	11 46.8
22	1 24 44.29	15 22 18.8	9.8090	0.1461	11 36.8
23	1 28 3.84	15 35 38.9	9.7963	0.1396	11 26.5
24	1 31 26.76	15 48 39.3	9.7832	0.1329	11 15.9
25	1 34 52.96	16 1 16.0	9.7697	0.1259	11 5.1
26	1 38 22.31	16 13 23.5	9.7557	0.1185	10 53.9
27	1 41 54.61	16 24 56.5	9.7414	0.1108	10 42.4
28	1 45 29.58	16 35 47.7	9.7267	0.1028	10 30.7
29	1 49 6.85	16 45 49.5	9.7116	0.0944	10 18.6
30	1 52 45.89	16 54 52.5	9.6961	0.0856	10 6.1
31	1 56 26.06	17 2 46.3	9.6804	0.0763	9 53.3
Apr. 1	2 0 6.45	17 9 18.5	9.6643	0.0666	9 40.2
2	2 3 46.01	17 14 14.8	9.6482	0.0564	9 26.7
3	2 7 23.31	17 17 18.3	9.6320	0.0456	9 12.9
4	2 10 56.60	17 18 10.2	9.6159	0.0343	8 58.7
5	2 14 23.76	17 16 29.2	9.6001	0.0223	8 44.0
6	2 17 42.22	17 11 51.4	9.5848	0.0098	8 29.1

6^h M. Berl. Zeit.	A. R. app. ☄	Decl. app. ☄	Log. Entfernung. ☄ v. ☉	Log. Entfernung. ☄ v. ☿	Aberr.—Zeit.
1875 Apr. 7	$2^h20^m48^s.95$	+17° 3′ 50″.6	9.5705	9.9966	$8^m13^s.9$
8	2 23 40.44	16 51 58.8	9.5573	9.9829	7 58.5
9	2 26 12.80	16 35 47.6	9.5457	9.9685	7 42.9
10	2 28 21.92	16 14 48.3	9.5361	9.9536	7 27.3
11	2 30 3.63	15 48 35.5	9.5288	9.9382	7 11.7
12	2 31 13.97	15 16 48.7	9.5241	9.9225	6 56.4
13	2 31 49.51	14 39 14.6	9.5223	9.9066	6 41.4
14	2 31 47.81	13 55 47.9	9.5235	9.8907	6 27.0
15	2 31 7.54	13 6 33.4	9.5276	9.8750	6 13.3
16	2 29 48.68	12 11 47.2	9.5343	9.8596	6 0.2
17	2 27 52.42	11 11 55.8	9.5435	9.8448	5 48.1
18	2 25 21.14	10 7 34.0	9.5547	9.8307	5 37.1
19	2 22 18.18	8 59 23.9	9.5675	9.8176	5 27.0
20	2 18 47.45	7 48 11.3	9.5817	9.8054	5 18.0
21	2 14 53.29	6 34 44.5	9.5968	9.7944	5 10.0
22	2 10 40.04	5 19 51.8	9.6124	9.7844	5 3.0
23	2 6 12.01	4 4 19.8	9.6285	9.7756	4 56.9
24	2 1 33.22	2 48 51.1	9.6447	9.7680	4 51.7
25	1 56 57.30	1 34 4.3	9.6609	9.7614	4 47.3
26	1 51 57.51	+ 0 20 32.3	9.6770	9.7559	4 43.7
27	1 47 6.63	− 0 51 17.6	9.6928	9.7513	4 40.7
28	1 42 17.02	2 1 3.5	9.7083	9.7477	4 38.4
29	1 37 30.59	3 8 29.4	9.7235	9.7448	4 36.6
30	1 32 48.85	4 13 24.0	9.7383	9.7427	4 35.2
Mai 1	1 28 13.00	5 15 40.6	9.7527	9.7412	4 34.3
2	1 23 43.87	6 15 16.4	9.7667	9.7402	4 33.6
3	1 19 22.04	7 12 11.9	9.7803	9.7397	4 33.3
4	1 15 7.82	8 6 29.7	9.7935	9.7396	4 33.3
5	1 11 1.41	8 58 14.7	9.8063	9.7399	4 33.4
6	1 7 2.82	9 47 33.1	9.8188	9.7405	4 33.8
7	1 3 11.91	10 34 32.4	9.8308	9.7413	4 34.4
8	0 59 28.46	11 19 20.7	9.8425	9.7422	4 35.0
9	0 55 52.16	12 2 6.3	9.8539	9.7434	4 35.7
10	0 52 22.69	12 42 57.5	9.8649	9.7446	4 36.5
11	0 48 59.69	13 22 2.7	9.8756	9.7459	4 37.3
12	0 45 42.69	13 59 30.5	9.8859	9.7473	4 38.2
13	0 42 31.17	14 35 29.8	9.8960	9.7487	4 39.1

			Log. Entfernung.		
6^h M. Berl. Zeit.	A. R. app. ☄	Decl. app. ☄	☄ v. ☉	☄ v. ♁	Aberr.—Zeit.
1875 Mai 14	$0^h39^m24^s.76$	—15°10′ 6″.7	9.9058	9.7501	$4^m40^s.0$
15	0 36 23.08	15 43 29.5	9.9153	9.7515	4 40.8
16	0 33 25.64	16 15 44.5	9.9246	9.7529	4 41.7
17	0 30 31.98	16 46 59.0	9.9336	9.7543	4 42.7
18	0 27 41.65	17 17 18.7	9.9423	9.7556	4 43.5
19	0 24 54.23	17 46 49.6	9.9509	9.7569	4 44.3
20	0 22 9.28	18 15 37.0	9.9592	9.7582	4 45.2

Eine vorläufige Discussion der von Herrn Prof. Bredichin in Moskau angestellten Beobachtungen ergab, dass es hinreiche, an die Positionen vorstehender Ephemeride Correctionen anzubringen, welche einer Aenderung des bei ihrer Berechnung angewandten Elements M von $\Delta M = +1'20''$ entsprechen, um eine sehr genaue Darstellung des Laufes des Cometen während der Erscheinung von 1875 zu erhalten. Diese mit Hülfe von Differentialquotienten abgeleiteten Correctionen, welche ich schon Astr. Nachr. № 2038 — 2039 mitgetheilt habe, sind:

Correctionen der Ephemeride unter der Annahme $\Delta M = +1'20''.0$.

	Δ A. R.	Δ Decl.		Δ A. R.	Δ Decl.
1875 Jan. 24	+0^s.28	+0′ 11″.5	1875 März 11	+ 2^s.54	+0′ 13″.5
28	0.37	0 11.7	12	2.63	0 13.2
Febr. 1	0.47	0 12.0	13	2.72	0 12.8
5	0.59	0 12.3	14	2.81	0 12.3
9	0.73	0 12.7	15	2.90	0 11.8
13	0.89	0 13.1	16	2.99	0 11.1
17	1.06	0 13.5	17	3.09	0 10.3
21	1.26	0 13.9	18	3 18	0 9.4
25	1.49	0 14.3	19	3.27	0 8.3
März 1	1.75	0 14.4	20	3.35	0 7.0
2	1.82	0 14.4	21	3.42	0 5.5
3	1.89	0 14.3	22	3.48	0 3.8
4	1.96	0 14.3	23	3.54	+0 1.8
5	2.04	0 14.2	24	3.58	—0 0.5
6	2.12	0 14.2	25	3.61	0 3,2
7	2.20	0 14.1	26	3.61	0 6.3
8	2.28	0 14.0	27	3.58	0 9.9
9	2.37	0 13.9	28	3.51	0 14.1
10	+2.45	+0 13.7	29	+ 3.39	—0 19.0

	Δ A. R	Δ Decl.		Δ A. R.	Δ Decl.
1875 März 30	+ 3ˢ.21	—0′ 24″.7	1875 Apr. 12	—15ˢ.54	—4′ 7″.0
31	2.96	0 31.3	13	18.96	4 37.8
Apr. 1	2.61	0 39.0	14	22.54	5 9.1
2	2.14	0 48.0	18	36.71	7 2.1
3	1.55	0 58.4	22	46.39	8 1.2
4	+ 0.79	1 10.4	26	50.05	7 54.1
5	— 0.20	1 24.4	30	49.19	6 58.7
6	1.44	1 40.6	Mai 4	45.96	5 44.8
7	2.95	1 59.1	8	41.79	4 30.8
8	4.77	2 19.9	12	37.57	3 25.2
9	6.93	2 43.2	16	33.59	2 29.5
10	9.44	3 8.9	20	30.02	1 42.8
11	—12.34	—3 37.1	24	—26.74	—1 4.2

Vergleichsterne.

№	Autorität	A. R. 1875.0	Decl. 1875.0	№	Autorität	A. R. 1875.0	Decl. 1875.0
1		23^h28^m 1ˢ.66	+ 4°46′ 47″.7	20		$0^h55^m59^s.65$	+13°34′ 46″.2
2		23 33 31.25	+ 4 56 56.8	21		0 58 29.31	+14 16 20.8
3	2 M. B. Pulk. . .	0 12 9.90	+ 9 3 7.1	22	Radcl. 1858 . . .	1 2 17.8	
4	1 M. B. Pulk. . .	0 19 22.30	+ 9 43 44.7	23		1 2 47.2	—10 46 6
5	2 M. B. Pulk. . .	0 20 17.56	+10 13 15.5	24	2 M. B. Pulk. . .	1 4 39.72	+14 1 36.3
6	2 M. B. Pulk. . .	0 27 22.97	+10 22 48.2	25		1 5 11.60	+13 51 34.8
7	1 M. B. Pulk. . .	0 28 12.51	+10 26 46.1	26		1 5 35.92	+13 42 51.8
8	2 M. B. Berlin. .	0 29 40.24	+10 56 35.2	27		1 10 55.70	+13 35 1.0
9	2 M. B. Pulk. . .	0 30 48 60	+10 44 54.5	28	2 M. B. Pulk. . .	1 28 43.35	+15 41 49.4
10	2 M. B. Berlin. .	0 34 38.00	+11 16 3.6	29	2 M. B. Pulk. . .	1 32 31.06	+15 59 24.6
11		0 35 38 83	+11 15 32.4	30	1 M. B. Pulk. . .	1 32 56.36	+15 46 15.4
12		0 36 45.98	+11 1 28.4	31	2 M. B. Pulk. . .	1 41 34.75	+16 23 48.9
13	2 M. B. Pulk. . .	0 37 20.92	+11 32 34.0	32	2 M. B. Pulk. . .	1 48 43.31	+16 34 30.4
14	2 M. B. Pulk. . .	0 39 32.93	+11 25 23.3	33	2 M. B. Pulk. . .	1 51 13.37	+16 55 44.0
15		0 39 57.96	+11 39 55.5	34		2 16 4.36	+17 1 37.2
16		0 40 29.21	+11 17 29.2	35	2 M B. Pulk. . .	2 23 58.51	+17 8 59.5
17	2 M. B. Pulk. . .	0 48 28.07	+12 10 10.8	36	2 M. B. Pulk. . :	2 27 3.76	+16 27 17.3
18		0 49 50.5	—12 12 38	37	2 M. B. Pulk. . .	2 28 46.40	+16 3 49.0
19	2 M. B. Pulk. . .	0 53 47.91	+12 28 26.5	38		2 35 24.42	+16 25 24.9

Vergleichung der Beobachtungen des Cometen mit der corrigirten Ephemeride.

				A. R. ✓		Decl. ✓		Corr. Eph.—Beob.		
№	Ort der Beob.	Dat.	M. Berl. Z.	Beob.	Rechn.	Beob.	Rechn.	Δ A. R.	Δ Decl.	№ d. Vglst.
1	Marseille.	1875 Jan. 27	$7^h29^m56^s.7$	$23^h27^m36^s.30$	$35^s.63$	+ 4°42′ 53″.0	42′ 43″.4	—$0^s.67$	— 9″.6	1
2	»	29	7 14 17.2	23 30 27.59	27.36	4 59 8.0	59 8.5	—0.23	+ 0.5	2
3	Pulkowa	Febr. 22	5 57 40.3	0 12 13.16	13 03	9 5 13.0	5 22.3	—0.13	+ 9.3	3
4	Moskau.	25	6 5 25.2	0 18 33.06	33.88	9 42 2.7	42 28.2	+0.82	(+25.5)	4
5	»	27	5 58 22.0	0 22 56.55	56.56	10 7 43.2	7 48.7	+0.01	+ 5.5	5
6	»	28	5 55 5.0	0 25 11.55	11.03	10 20 22.7	20 41.8	—0.52	(+19.1)	6
7	Pulkowa		6 17 31.3	0 25 13.17	13.11	10 20 50 8	20 54.0	—0.06	+ 3.2	6
8	Moskau.	März 1	5 47 27.1	0 27 28.75	28.73	10 33 39.7	33 48.4	—0.02	+ 8.7	7
9	»	2	5 51 33.0	0 29 48.51	48.17	10 46 57.5	47 1.7	—0.34	+ 4.2	9
10	Leipzig		7 15 42.5	0 29 56.64	56.37	10 47 36.0	47 48.2	—0 27	+12.2	9
11	Berlin	3	7 10 53.0	0 32 17.30	17.43	11 1 15.5	1 4.8	+0.13	—10.7	8
12	Leipzig		7 12 17.9	0 32 17.34	17.58	11 0 52.0	1 5.6	+0.24	+13.6	12

№	Ort der Beob.	Dat.	M. Berl. Z.	A. R. Beob.	A. R. Rechn.	Decl. Beob.	Decl. Rechn.	Corr. Eph.—Beob. Δ A. R.	Δ Decl.	№ d. Vglst.
13	Berlin	1875 März 4	$7^h\ 6^m 20^s.5$	$0^h 34^m 40^s.61$	$40^s.88$	+11° 14′ 33″.8	14′ 29″.0	+0^s.27	— 4″.8	10
14	Pola		7 21 56.9	0 34 42.57	42.46	11 14 32.2	14 37.8	—0.11	+ 5.6	11
15	Moskau	5	5 41 57.3	0 36 58.74	58.55	11 27 15.5	27 15.1	—0.19	— 0.4	13
16	»		6 0 41.0	0 37 0.80	0.46	11 27 23.9	27 25.7	—0.34	+ 1.8	14
17	Leipzig		7 8 50.0	0 37 6.34	7.44	11 27 55.9	28 4.4	+1.10	+ 8.5	13
18	Kiel		7 29 52.9	0 37 10.77	9.58	11 28 11.6	28 16.4	—1.19	+ 4.8	16
19	Leipzig	6	7 14 17.9	0 39 36.29	36.75	11 41 35.3	41 48.7	+0.46	+13.4	15
20	Kiel		7 31 52.7	0 39 39.28	38.58	11 41 57.5	41 58.6	—0.70	+ 1.1	16
21	Moskau	9	5 51 15.4	0 47 9.70	9.40	12 22 43.8	22 40.5	—0.30	— 3.3	17
22	»	10	6 2 4.9	0 49 49.95	49.71	12 36 52.2	36 50.4	—0.24	— 1.8	19
23	Leipzig	14	7 27 19.2	1 1 6.18	5.28	13 34 26 3	34 30.1	—0.90	+ 3.8	20
24	Kiel		7 45 31.3	1 1 9.11	7.45	13 34 41.6	34 40.7	—1.66	— 0.9	27
25	Leipzig	15	7 20 43.6	1 3 59.37	58.53	13 48 39.3	48 42.2	—0.84	+ 2.9	25
26	Kiel		7 46 18.7	1 4 3.24	1.65	13 48 49.6	48 57.4	—1.59	+ 7.8	26
27	Moskau	16	5 52 51.6	1 6 45.42	44.82	14 1 59.6	2 5.2	—0.60	+ 5.6	24
28	Kiel		7 42 1.1	1 6 59.31	58.37	14 3 2.0	3 10.1	—0.94	+ 8.1	24
29	»	17	7 53 27.3	1 10 1.22	0.32	14 17 32.9	17 29.6	—0.90	— 3.3	21
30	Moskau	23	5 50 28.7	1 28 56.99	56.47	15 38 45.0	38 51.9	—0.52	+ 6.9	28
31	»		6 38 41.8	1 29 3.81	3.24	15 39 19.8	39 18.3	—0 57	— 1.5	30
32	»	24	6 19 21.5			15 52 6.6	52 0.1		— 6.5	30
33	»		6 25 59.6	1 32 25.64	25.30			—0.34		30
34	»	25	6 1 31.9			16 4 17.9	4 17.7		— 0.2	29
35	»		6 28 51.3	1 35 51.52	51.34			—0.18		29
36	»	27	5 59 55.9			16 27 32.0	27 32.6		+ 0.6	31
37	»		6 1 44.1	1 42 52.34	51.93			—0.41		31
38	»	28	5 59 23.9			16 38 9.7	38 7.6		— 2.1	32
39	»		6 20 38.5	1 46 30.36	30.29			—0.07		32
40	»	30	6 1 28.6			16 56 32.1	56 32.1		0.0	33
41	»		6 24 12.5	1 53 47.88	47.71			—0.17		33
42	Kremsmünster	Apr. 4	8 1 23.7	2 12 6.12	7.12	17 16 44.7	16 39.8	+1.00	— 4.9	35
43	Moskau	5	6 1 8.4			17 14 7.1	14 8.8		+ 1.7	35
44	»		6 20 3.9	2 15 16.76	16.61			—0.15		35
45	Kremsmünster	6	7 51 11.7	2 18 42.86	42.90	17 7 58.2	7 51.4	+0.04	— 6.8	35
46	Kiel		8 29 57.5	2 18 47.51	47.95	17 7 34.1	7 39.2	+0.44	+ 5.1	34
47	Kremsmünster	7	7 45 46.4	2 21 42.54	42.75	16 58 25.7	58 21.5	+0.21	— 4.2	35
48	Moskau	9	6 30 35.9			16 27 45.1	27 45.6		+ 0.5	36
49	»		6 32 19.9	2 26 42.53	43.02			+0.49		36
50	Kremsmünster		7 49 23.9	2 26 49.11	49.90	16 26 3.0	26 38.7	+0.79	+35.7	38
51	Moskau	10	6 16 27.7			+16 5 12.7	5 12.8		+ 0.1	37
52	»		6 26 37.0	2 28 41.54	41.98			+0.44		37
53	Windsor	Mai 7	8 3 35.0	1 1 13.89	13.54	—10 53 56.1	54 32.1	—0.35	—36.0	22, 23 in α, 23 in δ
54	»	9	7 59 42.0	0 54 3.21	1.28	—12 18 55.4	20 3.3	—1.93	—67.9	18

Zur Bildung der Normalörter wurden nur die Moskauer, Pulkowaer und Berliner Beobachtungen verwandt. Zu der Moskauer Reihe, der durch Zahl und Güte der Ortsbestimmungen hervorragendsten, bemerke ich, dass Herr Prof. Bredichin den Cometen von Febr. 25 bis März 23 am Kreismicrometer, von da ab am Fadenmicrometer des 10zölligen Refractors der von ihm geleiteten Sternwarte beobachtet hat. Indem ich die 7 Beobachtungen von Febr. 22 — März 2, wobei Pulkowa doppeltes Gewicht gegen Moskau erhielt und überdies die eingeklammerten Declinationsdifferenzen ausgeschlossen wurden, die 7 Beobachtungen von März 3 — 16, die 6 Beobachtungen von März 23 — 30 und die 3 Beobachtungen des April zusammenfasste, erhielt ich die folgenden Normalörter und Normaldifferenzen:

Normalörter.

M. Berl. Zeit	A. R. app. ☌	Decl. app. ☌	A. R. ☌ 1875.0	Decl. ☌ 1875.0	Corr. Eph. — Beob. ΔA. R.	Δ Decl.
1875 Febr. 27.0	$0^h22^m24^s.78$	+10° 4′ 38″.9	$0^h22^m24^s.69$	+10° 4′ 36″.7	$-0^s.09$	+6″.2
März 8.0	0 43 55.43	+12 5 19.3	0 43 55.29	+12 5 15.9	−0.19	−1.5
26.0	1 38 26.21	+16 13 18.1	1 38 25.97	+16 13 12.0	−0.29	−0.9
Apr. 8.0	2 23 35.41	+16 49 38.1	2 23 35.05	+16 49 30.2	+0.26	+0.8

Aus den zu den einzelnen Beobachtungen gehörenden Differenzen folgen etwas andere Zahlen, was sich daraus erklärt, dass zu der Zeit, wo die Rechnung ausgeführt wurde, für einige der Vergleichsterne die definitiven Positionen noch nicht vorlagen. Die grösste Abweichung von den richtigen Werthen beträgt übrigens nur $0^s.04$.

Die beiden Maibeobachtungen fallen in die Zeit nach der Perihelpassage. Ausser in Windsor wurde der Comet auch Mai 18 von White in Melbourne in Declination beobachtet, die Beobachtung ist jedoch nicht reducirt. Da nach Angabe des Beobachters auch diese unvollständige Positionsbestimmung, ebenso wie die beiden Beobachtungen von Mai 7 und Mai 9, ein verhältnissmässig geringes Zutrauen verdient, habe ich es nicht für nöthig gehalten, sie zu berechnen, was möglich gewesen wäre, da neuerdings Herr Romberg den Vergleichstern im Meridian beobachtet hat. Auch diese Bestimmung ist bis jetzt noch nicht reducirt.

Zunächst werde ich jetzt sämmtliche Normalörter mit denjenigen kleinen Correctionen zusammenstellen, welche an die aus den Elementen XVI* berechneten heliocentrischen Coordinaten angebracht werden müssen, wenn man die Positionen strenge mit diesen Elementen vergleichen will. Die aus der Störung $r\delta s$ resultirenden Veränderungen der rechtwinkligen Aequatorealcoordinaten sind nach den Formeln:

$$\Delta x = +r\delta s.\, tgi \sin \Omega$$
$$\Delta y = -r\delta s\,(tgi \cos \Omega \cos \varepsilon + \sin \varepsilon)$$
$$\Delta z = -r\delta s\,(tgi \cos \Omega \sin \varepsilon - \cos \varepsilon)$$

oder in Zahlen:

$$\Delta x = -r\delta s.\, 0.100$$
$$\Delta y = -r\delta s.\, 0.591$$
$$\Delta z = +r\delta s.\, 0.834$$

berechnet worden. Für die Jahre 1818 — 1845 konnte diese Angabe unterbleiben, da die in diese Zeit fallenden Normalörter von diesen Correctionen schon so befreit sind, dass sie unmittelbar mit den Elementen verglichen werden können. Encke giebt in seiner 6. Abhandlung an, diese Reduction auch für die zu 1848 gehörenden Normalörter ausgeführt zu haben, aus seinen Manuscripten geht aber hervor, dass es nicht geschehen ist. Die unter der Bezeichnung «corr» unter den zu 1855 gehörenden Oertern angeführten Zahlen finden ihre Erklärung in dem, was bei Gelegenheit der Discussion der betreffenden Erscheinung gesagt worden ist. Das Resultat der Vergleichung mit den Elementen XVI* enthält die

letzte Columne. Für die Jahre 1871 und 1875 ist dieselbe unausgefüllt geblieben, da wir diese Erscheinungen erst am Ende der Abhandlung discutiren werden. Die dann folgende Tafel enthält die zu den Normalörtern gehörenden Sonnenörter nach Le Verrier und die Sonnencoordinaten. Für 1865 und 1868 sind die Oerter der Sonne dem berliner Jahrbuch entnommen, beruhen also auf den Tafeln von Hansen und Olufsen. Sie sind jedoch durch Anbringung der Correction $\Delta\odot = +1''.0$ auf das Aequinoctium von Le Verrier reducirt worden und werden in Länge von den strengen Werthen, die conseqnenter Weise hätten angewandt werden sollen, schwerlich mehr als einige Zehntel der Secunde abweichen.

Normalörter des Encke'schen Cometen und Vergleichung derselben mit den Elementen XVI*.

	M. Par. Zeit	A. R.	Decl.	Elem. XVI* — N. O. ΔA.R.cos Decl.	Elem. XVI* — N. O. ΔDecl.
1	1818 Dec. 22.25	326°18′33″.4	+ 2°54′24″.4	+10″.92	+30″.56
2	1819 Jan. 1.25	323 11 45.3	+ 0 14 53.8	−20.02	+ 7.90
3	12.25	315 34 33.7	− 5 36 2.6	−65.15	−26.24
	M. Aequ. 1819.0.				
4	1822 Juni 2.85	93°46′49″.5	+16°52′29″.9	+58″.45	+19″.53
5	12.85	103 15 28.1	+ 7 6 20.8	+16.90	− 1.60
6	22.85	115 45 43.6	− 9 7 38.2	+50.85	+ 4.20
	M. Aequ. 1822 Mai 24.0.				
7	1825 Aug. 12.6	100°57′40″.6	+31°32′30″.6	−26″.41	+16″.16
8	17.6	110 23 36.0	+30 14 24.8	−22.40	+ 9.48
9	22.6	120 16 49.2	+28 3 26.5	−13.68	+ 5.50
10	27.6	130 23 56.7	+24 54 53.3	−13.95	+ 0.91
11	Sept. 1.6	140 32 55.7	+20 48 15.0	− 1.10	− 0.17
12	6.6	150 39 7.8	+15 46 55.2	− 8.44	− 0.96
	M. Aequ. 1825 Sept. 16.3.				
13	1828 Oct. 28.3	350°43′41″.8	+26°23′ 7″.4	+10″.35	+48″.21
14	Nov. 8.3	337 26 19.1	+22 1 23.3	+ 3.62	+46.37
15	30.3	314 41 9.3	+ 9 52 0.4	−22.90	+18.54
16	Dec. 7.3	307 54 16.3	+ 5 28 45.0	−34.89	+14.79
17	14.3	300 22 27.3	+ 0 29 27.2	−49.18	+ 3.80
18	25.3	285 47 24.1	− 9 25 24.9	−63.23	−11.97
	M. Aequ. 1829 Jan. 9.72.				
19	1832 Juni 5.9	52°20′47″.7	−19°12′ 6″.9	+95″.42	+ 3″.84
	M. Aequ. 1832 Mai 4.0.				

	M. Par. Zeit	A. R. ☄	Decl. ☄	Elem. XVI* — N. O. ΔA. R. cos Decl.	Elem. XVI* — N. O. ΔDecl.
20.	1835 Juli 30.5	100°57′11″.8	+29°45′42″.4	— 4″.19	+11″.73
	M. Aequ. 1835 Aug. 26.3.				
	M. Berl. Zeit.				
21	1838 Sept. 23.5	38° 1′ 6″.5	+36° 8′28″.8	+18″.50	+40″.34
22	Oct. 14.5	29 13 49.6	+49 53 57.4	— 4.26	+20.80
23	24.5	7 34 12.6	+61 22 47.0	+ 3.20	+30.68
24	Nov. 5.5	286 33 46.9	+56 56 28.7	—42.72	+14.53
25	11.5	263 41 19.6	+37 54 47.9	—55.82	— 4.33
26	25.5	244 59 26.5	+ 3 46 11.1	—27.11	— 3.69
	M. Aequ. 1838 Dec. 19.0.				
27	1842 März 8 8^h	11°35′57″.8	+12°30′43″.6	— 1″.05	+ 4″.40
28	22 8	22 3 52.4	+15 45 18.3	— 3.97	+ 0.02
29	Apr. 7 8	35 45 23.7	+16 43 9.3	— 1.36	+ 2.12
30	Mai 18 16	5 51 9.0	—19 37 41.4	+ 0.78	— 3.64
	M. Aequ. 1842 Apr. 12.0.				
31	1845 Juli 10.6	84°20′21″.2	+29°41′32″.8	+11″.03	+ 7″.71
	M. Aequ. 1845 Aug. 9.6.				
32	1848 Sept. 20.625	68° 4′39″.3	+42°33′ 9″.3	+ 1″.18	+11″.39
33	Oct. 7.625	106 25 24.2	+52 46 11.2	— 6.24	+ 3.51
34	26.625	181 56 45.8	+28 5 35.4	— 3.40	+ 6.54
35	Nov. 11.625	205 59 49.7	— 0 33 51.8	— 4.52	+ 0.77
	M. Aequ. 1849.0.				
36	1852 Jan. 20.5	348°51′31″.5	+ 4°51′28″.2	+18″.38	+12″.26
37	Febr. 12.5	358 8 14.6	+ 7 53 46.6	+ 5.09	+ 1.80
38	März 8.5	7 7 59.0	+ 6 59 51.0	+33.32	+24.79
	M. Aequ. 1852.0.				
39	1855 Juli 17.0	144°28′49″.5	+ 5°51′50″.8	+28″.33	—27″.21
	corr.	+ 6.6	— 3.7		
40	Juli 30.0	169 30 20.3	— 9 39 40.8	+35.34	—27.53
	corr.	+ 7.5	— 4.0		
41	Aug. 12.0	196 33 42.5	—22 54 4.9	+36.97	—17.81
	corr.	+ 9.6	+ 1.8		
	M. Aequ. 1855.0.				

	M. Berl. Zeit	A. R. ⊀	Decl. ⊀	Elem. XVI* — N. O. Δ A. R. cos Decl.	Δ Decl.
42	1858 Aug. 13.5	69°28′19″.5	+32°52′ 0″.3	+ 5″.36	+15″.13
43	Sept. 11.5	118 31 41.3	+33 9 56.4	+23.96	— 5.14
44	Oct. 5.5	168 48 9.1	+10 49 2.5	+24.47	—26.82
	M. Aequ. 1858.0.				
45	1861 Nov. 27.5	337° 1′31″.1	+ 7°18′ 6″.1	+14″.96	+18″.69
46	Dec. 28.5	334 24 0.9	+ 3 29 49.4	+18.09	+ 8.33
47	1862 Jan. 12.0	333 26 39.9	+ 1 28 15.7	+ 0.82	+ 7.62
48	März 1.5	312 42 32.2	—25 5 45.3	+ 2.55	— 7.35
49	8.5	316 42 23.9	—24 21 51.2	+ 2.72	+11.63
	M. Aequ. 1862.0.				
50	1865 Juni 27.0	124°43′54″.5	— 8°56′53″.0	+10″.77	+33″.97
51	Juli 13.0	178 41 21.6	—43 32 6.8	—30.11	+34.15
52	17.0	196 7 25.4	—46 31 34.5	—31.83	+19.38
53	22.0	214 3 7.8	—46 45 46.3	—31.15	+12.77
	M. Aequ. 1865.0.				
54	1868 Juli 27.5	76°38′46″.1	+31°22′24″.7	—10″.56	+ 8″.20
55	Aug. 15.5	108 13 37.9	+30 21 55.7	—10.27	+ 6.27
56	23.0	123 9 56.2	+27 0 53.5	— 7.87	+ 1.25
57	30.0	137 31 20.2	+21 53 55.7	— 5.67	+ 0.23
	M. Aequ. 1868.0.				
58	1871 Oct. 14.5	14°33′31″.4	+37°20′29″.5		
59	Nov. 5.5	331 43 15.6	+35 20 33.4		
60	15.0	308 45 2.0	+25 52 24.7		
61	25.5	287 51 6.1	+11 53 54.2		
62	Dec. 5.0	272 45 40.5	— 0 20 7.0		
	M. Aequ. 1871.0.				
63	1875 Febr. 27.0	5°36′10″.3	+10° 4′36″.7		
64	März 8.0	10 58 49.3	+12 5 15.9		
65	26.0	24 36 29.5	+16 13 12.0		
66	Apr. 8.0	35 53 45.7	+16 49 30.2		
	M. Aequ. 1875.0.				

Störungswerthe.

	Planetarische			Empirische		
	$n\delta z$	w_1	$r\delta z$	ΔM	$\Delta \log r$	$\Delta\varphi$
1848 Sept. 20.625	— 3.″67	—163	— 65	+6.″96	+282	+3.″50
Oct. 7.625	— 2.30	—147	— 41	+5.18	+282	+3.50
26.625	— 1.04	—129	— 17	+3.19	+282	+3.50
Nov. 11.625	— 0.21	—102	— 1	+1.52	+282	+3.50
1852 Jan. 20.5	+ 4.18	+263	—119	+5.68	+282	+3.50
Febr. 12.5	+ 1.91	+225	— 43	+3.27	+282	+3.50
März 8.5	— 0.11	+133	+ 7	+0.65	+282	+3.50
1855 Juli 17.0	+ 0.45	—207	+ 35			
30.0	+ 0.80	—104	+ 8			
Aug. 12.0	+ 0.75	— 51	+ 3			
1858 Aug. 13.5	+ 6.85	+174	—167	+6.90	+283	+3.50
Sept. 11.5	+ 4.50	+197	— 82	+3.86	+283	+3.50
Oct. 5.5	+ 2.48	+215	— 4	+1.35	+283	+3.50
1861 Nov. 27.5	—10.82	—360	+ 14	+7.41	+283	+3.50
Dec. 28.5	— 6.47	—349	+ 20	+4.16	+283	+3.50
1862 Jan. 12.0	— 4.49	—348	+ 17	+2.65	+283	+3.50
März 1.5	+ 0.23	—121	— 16			
8.5	+ 0.37	— 93	— 14			
1865 Juni 27.0	— 0.09	+ 39	+ 49			
Juli 13.0	— 0.21	+ 24	+ 22			
17.0	— 0.20	+ 20	+ 17			
22.0	— 0.17	+ 15	+ 12			
1868 Juli 27.5	— 0.55	— 8	— 29			
Aug. 15.5	— 0.95	— 31	— 50			
23.0	— 0.99	— 51	— 57			
30.0	— 0.96	— 79	— 60			
1871 Oct. 14.5	+ 0.09	— 58	+ 10			
Nov. 5.5	+ 0.68	— 99	+ 11			
15.0	+ 1.13	—123	+ 5			
25.5	+ 1.73	—142	— 6			
Dec. 5.0	+ 2.45	—152	— 23			
1875 Febr. 27.0	— 1.58	— 17	— 43			
März 8.0	— 1.75	— 29	— 49			
26.0	— 1.86	— 79	— 56			
Apr. 8.0	— 1.52	—171	— 44			

Mittlere Oerter und Aequatorealcoordinaten der Sonne nach Le Verrier für die Zeiten und Aequinoctien der Normalörter.

M. Par. Zeit	Länge ⊙	Breite ⊙	Lg. R. v. ⊙	Log x	Log y	Log z
1818 Dec. 22.25	270°22′25″.32	—0″.26	9.9927481	7.8071455	9.9552590_n	9.5927904_n
1819 Jan. 1.25	280 34 11.59	—0.55	9.9926491	9.2561307	9.9477365_n	9.5852696_n
12.25	291 46 43.15	+0.37	9.9927833	9.5621828	9.9231439_n	9.5606715_n
1822 Juni 2.85	72° 7′44″.09	—1″.05	0.0063461	9.4933095	9.9473915	9.5849057
12.85	81 41 8.54	—0.09	0.0068435	9.1670210	9.9647767	9.6022967
22.85	91 13 51.32	—0.48	0.0071364	8.3392110_n	9.9695584	9.6070762
1825 Aug. 12.6	139 58 38.03	—0.47	0.0054928	9.8896019_n	9.7762899	9.4137971
17.6	144 47 17.56	—0.54	0.0050695	9.9173056_n	9.7284686	9.3659747
22.6	149 36 26.35	+0.03	0.0045998	9.9403983_n	9.6712080	9.3087197
27.6	154 26 6.89	+0.45	0.0041022	9.9593560_n	9.6016365	9.2391538
Sept. 1.6	159 16 27.36	+0.31	0.0035864	9.9745305_n	9.5149833	9.1524997
6.6	164 7 35.54	—0.24	0.0030516	9.9861671_n	9.4025548	9.0400612
1828 Oct. 28.3	215 22 2.78	—0.48	9.9967480	9.9081490_n	9.7218138_n	9.3593210_n
Nov. 8.3	226 24 14.68	+0.47	9.9955717	9.8341488_n	9.8179681_n	9.4554666_n
30.3	248 37 58.47	—0.20	9.9936852	9.5551944_n	9.9252830_n	9.5627866_n
Dec. 7.3	255 44 38.65	+0.51	9.9932797	9.3846623_n	9.9422208_n	9.5797200_n
14.3	262 51 59.71	+0.05	9.9929495	9.0870018_n	9.9520996_n	9.5896015_n
25.3	274 4 10.16	—0.47	9.9926645	8.8437165	9.9540925_n	9.5915975_n
1832 Juni 5.9	75 36 40.03	+0.23	0.0065670	9.4018968	9.9552514	9.5927460
1835 Juli 30.5	127 1 35.44	+0.29	0.0064259	9.7861555_n	9.8711503	9.5086364
M. Berl. Zeit						
1838 Sept. 23.5	180 27 31.54	—0.14	0.0011046	0.0010907_n	7.8670769_n	7.5046525_n
Oct. 14.5	201 10 15.62	+0.44	9.9984941	9.9681460_n	9.5187151_n	9.1561832_n
24.5	211 7 31.90	—0.27	9.9972806	9.9297731_n	9.6732280_n	9.3107062_n
Nov. 5.5	223 8 6.13	+0.77	9.9959235	9.8590942_n	9.7933319_n	9.4308005_n
11.5	229 10 4.96	+0.31	9.9953268	9.8108001_n	9.8367399_n	9.4742127_n
25.5	243 18 35.96	+0.05	9.9940908	9.6464950_n	9.9076900_n	9.5451647_n
1842 März 8 8^h	347 50 40.57	+0.51	9.9971340	9.9872864	9.2830505_n	8.9205025_n
22 8	1 46 25.26	+0.30	9.9988130	9.9986049	8.4520187	8.0895408
Apr. 7 8	17 33 5.81	+0.77	0.0008339	9.9801299	9.4427428	9.0802234
Mai 18 16	57 41 31.58	—0.22	0.0052856	9.7332079	9.8947697	9.5322343
1845 Juli 10.6	108 32 54.39	—0.21	0.0071612	9.5097335_n	9.9465270	9.5839824

M. Berl. Zeit	Länge ⊙	Breite ⊙	Lg. R. v. ⊙	Log x	Log y	Log z
1848 Sept. 20.625	178°12′18″.1	—0″.54	0.0014185	0.0012053_n	8.4598317	8.0971802
Oct. 7.625	194 56 0.3	+0.25	9.9992932	9.9843719_n	9.3729358_n	9.0103777_n
26.625	213 49 3.4	+0.38	9.9970061	9.9165096_n	9.7050451_n	9.3424887_n
Nov. 11.625	229 52 11.6	—0.57	9.9952595	9.8044996_n	9.8412167_n	9.4786686_n
1852 Jan. 20.5	300 8 12.1	—0.04	9.9930914	9.6938511	9.8925568_n	9.5299963_n
Febr. 12.5	323 27 45.8	+0.47	9.9945921	9.8995615	9.7318967_n	9.3693314_n
März 8.5	348 34 44.6	+0.58	9.9971692	9.9884834	9.2564062_n	8.8938285_n
1855 Juli 17.0	114 14 55.9	+0.71	0.0070183	9.6205438_n	9.9294390	9.5668745
30.0	126 39 55.7	—0.31	0.0064484	9.7825259_n	9.8732325	9.5106615
Aug. 12.0	139 7 30.2	+0.81	0.0056162	9.8842183_n	9.7840012	9.4214394
1858 Aug. 13.5	140 49 42.3	—0.78	0.0054657	9.8949119_n	9.7684771	9.4058929
Sept. 11.5	168 52 20.3	—0.77	0.0025765	9.9943338_n	9.2506663	8.8880663
Oct. 5.5	192 24 0.8	—0.27	9.9996498	9.9893983_n	9.2940972_n	8.9315272_n
1861 Nov. 27.5	245 45 17.3	—0.96	9.9939467	9.6074104_n	9.9163827_n	9.5538008_n
Dec. 28.5	277 17 8.3	—0.91	9.9926811	9.0958551	9.9516987_n	9.5891160_n
1862 Jan. 12.0	292 3 57.8	—0.35	9.9927947	9.5676073	9.9222968_n	9.5597109_n
März 1.5	341 9 4.0	+0.10	9.9963341	9.9723969	9.4681746_n	9.1055847_n
8.5	348 9 21.6	—0.40	9.9971133	9.9877673	9.2719285_n	8.9093521_n
1865 Juni 27.0	95 44 1.85	—1.01	0.0072056	9.0068040_n	9.9675685	9.6049664
Juli 13.0	110 59 5.71	—0.23	0.0070946	9.5611258_n	9.9398308	9.5772330
17.0	114 48 2.82	—0.74	0.0070009	9.6296961_n	9.9275187	9.5649177
22.0	119 34 30.90	—1.08	0.0068331	9.7001785_n	9.9087481	9.5461447
1868 Juli 27.5	125 5 50.38	+0.60	0.0065655	9.7662085_n	9.8819535	9.5193530
Aug. 15.5	143 18 37.74	—0.17	0.0052866	9.9093989_n	9.7441508	9.3815444
23.0	150 32 15.35	+0.70	0.0046083	9.9444662_n	9.6589834	9.2963869
30.0	157 18 4.11	+0.37	0.0038949	9.9688828_n	9.5528966	9.1902974
1871 Oct. 14.5	201 9 42.68	+0.74	9.9985823	9.9682612_n	9.5186383_n	9.1560173_n
Nov. 5.5	223 6 57.19	+0.99	9.9960031	9.8593097_n	9.7932700_n	9.4306523_n
15.0	232 40 34.47	+0.52	9.9950537	9.7777543_n	9.8580852_n	9.4954725_n
25.5	243 17 5.14	+0.38	9.9941249	9.6469094_n	9.9076415_n	9.5450297_n
Dec. 5.0	252 54 56.47	+1.25	9.9934880	9.4615082_n	9.9364320_n	9.5738150_n
1875 Febr. 27.0	338 29 25.08	—0.36	9.9960030	9.9646520	9.5228084_n	9.1601938_n
März 8.0	347 30 20.97	—0.30	9.9970218	9.9866131	9.2947023_n	8.9320900_n
26.0	5 23 59.40	—0.39	9.9991825	9.9972509	8.9353450	8.5727009
Apr. 8.0	18 12 47.27	+0.16	0.0008270	9.9785051	9.4582938	9.0956762

In der folgenden kleinen Tafel sind die Unterschiede der Le Verrier'schen Sonnenörter von den nach Carlini's, durch Bessel verbesserten, Tafeln berechneten Oertern zusammengestellt, wobei Δ Log R. v. ⊙ in Einheiten der 7. Decimale ausgedrückt ist. Die Kenntniss dieser Zahlen kann auch bei anderen Gelegenheiten von Nutzen sein.

	Le Verrier — Bessel.	
	Δ L. ⊙	Δ Lg. R. v. ⊙
1818 Dec. 22	—0″.9	+ 4
1819 Jan. 1	+0.9	+ 4
12	+0.6	— 9
1822 Juni 2	+0.8	— 3
12	—0.2	— 4
22	+0.5	+ 5
1825 Aug. 12	—0.2	+15
17	+0.5	+ 7
22	+0.1	—10
27	—0.3	— 4
Sept. 1	—0.2	0
6	—0.2	+ 8
1828 Oct. 28	—1.4	+ 2
Nov. 8	—0.2	+11
30	—0.4	0
Dec. 7	+0.3	+ 8
14	+1.1	—12
25	+1.2	—12
1832 Juni 5	0.0	— 3
1835 Juli 30	+2.4	+ 7
1838 Sept. 23	+2.6	— 5
Oct. 14	+2.4	+ 1
24	+2.7	— 3
Nov. 5	+0.7	— 9
11	+1.4	+ 5
25	+2.2	— 7

	Le Verrier — Bessel.	
	Δ L. ⊙	Δ Lg. R. v. ⊙
1842 März 8	+1″.6	+21
22	+2.0	+12
Apr. 7	+2.2	+10
Mai 18	+2.9	+ 2
1845 Juli 10	+2.0	0
1848 Sept. 20	—0.5	+ 5
Oct. 7	+0.6	—16
26	+1.0	+ 5
Nov. 11	+0.8	—11
1852 Jan. 20	+3.3	+19
Febr. 12	+2.7	+ 3
März 8	+2.2	—18
1855 Juli 17	+3.8	+13
30	+2.3	+ 1
Aug. 12	+3.9	+16
1858 Aug. 13	+4.7	— 6
Sept. 11	+4.6	+ 2
Oct. 5	+5.2	+23
1861 Nov. 27	+3.0	+ 6
Dec. 28	+1.8	—17
1862 Jan. 12	+3.4	—19
März 1	+4.3	— 1
8	+4.9	— 5

§ IV.

Ableitung der definitiven Resultate.

Nachdem die Daten zur Ableitung der definitiven Resultate vollständig gesammelt worden waren, bestand der zunächst zu machende Schritt darin, die Bedingungsgleichungen zu entwickeln, welche die Abhängigkeit der zwischen den vorläufigen Elementen und Normalörtern übrigbleibenden Unterschiede «n» von den Fehlern der 6 Bahnelemente und der übrigen Quantitäten, deren Fehlerhaftigkeit wir als von Einfluss erkannt haben, ausdrücken.

Diese letzteren sind:

7) Die Acceleration der mittleren Bewegung bei jeder Perihelpassage: μ'
8) Die Veränderung des Excentricitätswinkels bei jeder Perihelpassage: φ'
9) Die Masse des Mercur : m_0
10) Die gemeinschaftliche Masse der Erde und des Mondes : m_2
11) Die Masse des Jupiter : m_4

Die Bedeutung der unten zusammengestellten Coefficienten der Bedingungsgleichungen ersieht man aus folgendem Schema:

$$0 = n + a.\Delta\pi + b.\frac{1}{10}\Delta\Omega + c.\Delta i + d\Delta\varphi + \epsilon\Delta M_0 + f.10{,}000\,\Delta\mu + g.100{,}000\,\Delta\mu'$$
$$+ h\,10.\Delta\varphi' + i.\,1000\frac{\Delta m_0}{m_0} + k.\;10{,}000\frac{\Delta m_4}{m_4} + l.100\frac{\Delta m_2}{m_2}.$$

Die Massencorrectionen beziehen sich darin auf diejenigen Werthe, auf denen die in § 1 gegebenen Störungen beruhen; nicht etwa auf diejenigen, welche den provisorischen Elementen zu Grunde liegen. Der Uebersichtlichkeit wegen führe ich auch die Coefficienten der zu 1871 und 1875 gehörenden Gleichungen mit an. Die Bedeutung der zu diesen Erscheinungen gehörenden n findet später ihre Erklärung. Zwischen den betreffenden Zahlen und den übrigen findet der Unterschied statt, dass der Coefficient f mit 10 multiplicirt worden ist, also zu $1000\,\Delta\mu$ gehört, während als Nullpunkt der Zeiten, der für 1818 — 1868 auf 1865 Aug. 19.0 fällt, 1871 Juli 15.0 gewählt worden ist. Unter s ist die Summe aller zu derselben Gleichung gehörenden Coefficienten, mit Ausnahme von n, zu verstehen.

Coefficienten der zu den Normalörtern gehörenden Bedingungsgleichungen.

1818 — 19.

	Δ A. R. cos Decl.			Δ Decl.		
	1	2	3	1	2	3
log a	9.08191	9.12707_n	9.67204_n	9.67058	9.39550	8.81117_n
» b	9.65783	9.26881	9.14652_n	9.92927_n	9.47232_n	9.68619
» c	9.78795_n	9.73463_n	9.58904_n	9.95504	9.91949	9.82430
» d	9.05673	9.84024	0.20198	0.05423_n	9.85741_n	8.02036

	Δ A. R. cos Decl.			Δ Decl.		
	1	2	3	1	2	3
log *c*	0.52096_n	0.69456_n	0.92139_n	9.74092_n	0.17458_n	0.56471_n
» *f*	0.75148	0.92524	1.15215	9.96911	0.40461	0.79528
» *g*	0.62482_n	0.79873_n	1.02571_n	9.84004_n	0.27745_n	0.66866_n
» *h*	9.23282_n	0.01633_n	0.37807_n	0.23032	0.03350	8.19645_n
» *i*	0.60790_n	0.78156_n	1.00844_n	9.82743_n	0.26145_n	0.65172_n
» *k*	0.69806_n	0.86166_n	1.08206_n	9.92314_n	0.33153_n	0.71805_n
» *l*	8.82200_n	8.99560_n	9.22240_n	8.04190_n	8.47560_n	8.86570_n
» *s*	1.04518_n	1.23243_n	1.46242_n	9.87233_n	0.56925_n	1.03308_n
» *n*	1.03840	1.30140_n	1.81390_n	1.48510	0.89760	1.41900_n

1822.

	Δ A. R. cos Decl.			Δ Decl.		
	4	5	6	4	5	6
log *a*	9.46074_n	9.95962_n	0.25549_n	9.07335_n	9.09653_n	9.39377_n
» *b*	9.24180	9.41044	7.99123	9.83835	8.89154	9.97387_n
» *c*	8.83136_n	9.43072_n	9.86902_n	9.66571_n	0.00936_n	0.19505_n
» *d*	0.27256_n	0.55443_n	0.74629_n	9.31729_n	9.60553_n	0.12458_n
» *e*	9.89798_n	0.42007_n	0.46723_n	0.43657_n	0.62150_n	0.88933_n
» *f*	0.09394	0.61706	0.66353	0.63496	0.81989	1.08766
» *g*	9.93500_n	0.45900_n	0.50488_n	0.47812_n	0.66306_n	0.93079_n
» *h*	0.38650	0.66837	0.86023	9.43123	9.71947	0.23852
» *i*	9.92096_n	0.44300_n	0.48981_n	0.45986_n	0.64487_n	0.91275_n
» *k*	9.79664_n	0.36618_n	0.38484_n	0.44820_n	0.63791_n	0.90226_n
» *l*	8.84740	9.36950	9.41660	9.38600	9.57090	9.83870
» *s*	0.15217_n	0.78381_n	0.88276_n	0.82616_n	1.06127_n	1.33989_n
» *n*	1.76680	1.22790	1.70630	1.29070	0.20410_n	0.62320

1825.

	Δ A. R. cos Decl.					
	7	8	9	10	11	12
log *a*	9.62106	9.55705	9.48212	9.40395	9.33636	9.29502
» *b*	9.29885_n	9.23070_n	9.02119_n	7.95424_n	9.01536	9.32346
» *c*	9.11916	9.25023	9.32067	9.33752	9.29553	9.17088
» *d*	0.17526_n	0.12978_n	0.06159_n	9.96611_n	9.83473_n	9.63626_n
» *e*	0.52525	0.55523	0.57732	0.59292	0.60604	0.62216
» *f*	0.68954_n	0.71947_n	0.74144_n	0.75697_n	0.77002_n	0.78608_n
» *g*	0.50085	0.53066	0.55261	0.56806	0.58104	0.59702

	7	8	9	10	11	12
log h	0.28920	0.24372	0.17553	0.08005	9.94867	9.75020
» i	0.47778	0.50778	0.52987	0.54548	0.55863	0.57475
» k	0.39554	0.42488	0.44595	0.46001	0.47103	0.48434
» l	9.88320_n	9.91310_n	9.93520_n	9.95080_n	9.96390_n	9.98010_n
» s	0.85455	0.87951	0.89791	0.91079	0.92112	0.93298
» n	1.42190_n	1.35010_n	1.13600_n	1.14480_n	0.04260_n	0.92630_n

Δ Decl.

log a	8.81538_n	8.97905_n	9.06386_n	9.10653_n	9.12859_n	9.14539_n
» b	9.58805_n	9.31994_n	8.39270_n	9.18412	9.49220	9.63859
» c	9.79145	9.76171	9.71088	9.63488	9.52296	9.34887
» d	9.40557	9.56482	9.64595	9.66868	9.63531	9.52494
» e	9.84671_n	0.03774_n	0.18310_n	0.29570_n	0.38406_n	0.45460_n
» f	0.01088	0.20189	0.34721	0.45975	0.54805	0.61854
» g	9.82210_n	0.01305_n	0.15836_n	0.27084_n	0.35908_n	0.42949_n
» h	9.51951_n	9.67876_n	9.75989_n	9.78262_n	9.74925_n	9.63888_n
» i	9.79906_n	9.99016_n	0.13558_n	0.24822_n	0.33658_n	0.40713_n
» k	9.65982_n	9.87093_n	0.02628_n	0.14423_n	0.23565_n	0.30777_n
» l	9.20460	9.39560	9.54100	9.65360	9.74200	9.81250
» s	0.07108_n	0.26430_n	0.41174_n	0.52594_n	0.61638_n	0.69016_n
» n	1.20840	0.97680	0.74040	9.95900	9.23040_n	9.98230_n

1828.

Δ A. R. cos Decl.

	13	14	15	16	17	18
log a	0.24447	0.08882	9.03583_n	9.67729_n	9.89214_n	9.97222_n
» b	0.24199	0.19937	9.91719	9.75511	9.52218	8.84510
» c	0.07298_n	0.08064_n	9.95517_n	9.87640_n	9.76020_n	9.39733_n
» d	0.45898_n	0.24820_n	0.07524	0.32703	0.47533	0.55028
» e	9.04056	0.23595_n	0.79271_n	0.89523_n	0.98348_n	1.05361_n
» f	9.21073_n	0.36000	0.91899	1.02164	1.10997	1.18017
» g	9.02694	0.13367_n	0.69491_n	0.79773_n	0.88613_n	0.95631_n
» h	0.53816	0.32738	0.15442_n	0.40621_n	0.55451_n	0.62946_n
» i	8.93450	0.09971_n	0.65797_n	0.76059_n	0.84891_n	0.91909_n
» k	8.44248	9.86195_n	0.40978_n	0.51013_n	0.59674_n	0.66355_n
» l	8.68210_n	9.87745	0.43421	0.53673	0.62498	0.69511
» s	0.47906	8.80140_n	0.88529_n	1.01131_n	1.10909_n	1.17602_n
» n	1.01480	0.55930	1.35980_n	1.54280_n	1.69180_n	1.80090_n

Δ Decl.

	13	14	15	16	17	18
log *a*	0.24811	0.25625	0.01782	9.84387	9.54440	8.89421_n
» *b*	0.50860_n	0.45248_n	0.18073_n	9.98610_n	9.54962_n	9.82066
» *c*	0.16616	0.16919	0.14500	0.12455	0.08862	9.94129
» *d*	0.56155_n	0.58555_n	$0,40141_n$	0.25780_n	0.01128_n	8.58024
» *e*	0.40653	0.35808	8.56750	0.00911_n	0.34977_n	0.58306_n
» *f*	0.53472_n	0.48668_n	8.78407_n	0.13262	0.47521	0.70918
» *g*	0.31262	0.26498	8.63548	9.90574_n	0.25032_n	0.48500_n
» *h*	0.64073	0.66473	0.48059	0.33698	0.09046	8.65942_n
» *i*	0.27259	0.22435	8.46982	9.87344_n	0.21487_n	0.44838_n
» *k*	0.08525	0.05473	9.37931	9.28847_n	9.84522_n	0.14029_n
» *l*	0.04803_n	9.99958_n	8.20900_n	9.65061	9.99127	0.22456
» *s*	0.59011	0.61090	0.23195	9.66323	9.98358_n	0.45143_n
» *n*	1.68310	1.66620	1.26810	1.17000	0.57980	1.07810_n

1832.

	Δ A. R. cos Decl. 19	Δ Decl. 19
log *a*	0.37599_n	9.72015
» *b*	0.07940	0.14894_n
» *c*	9.85348	0.18709_n
» *d*	0.90061_n	9.88840
» *e*	1.13223_n	0.82443_n
» *f*	1.21638	0.90966
» *g*	0.95347_n	0.64766_n
» *h*	0.90061	9.88840_n
» *i*	0.89307_n	0.58601_n
» *k*	0.24087_n	0.16256_n
» *l*	1.42003	1.11223
» *s*	1.00851	0.34670
» *n*	1.97963	0.58430

1835.

	Δ A. R. cos Decl. 20	Δ Decl. 20
log *a*	9.57889	8.74099_n
» *b*	9.10755_n	9.02490_n
» *c*	9.01741	9.69068
» *d*	0.14294_n	9.33163
» *e*	0.52937	9.86434_n
» *f*	0.56940_n	9.90417
» *g*	0.26590	9.60054_n
» *h*	0.14294	9.33163_n
» *i*	0.14879	9.48344_n
» *k*	9.30363	8.06070
» *l*	0.89166_n	0.22663
» *s*	0.63436_n	0.14404
» *n*	0.62250_n	1.06930

1838.

Δ A. R. cos Decl.

	21	22	23	24	25	26
log *a*	0.23483	0.43448	0.48520	0.31632_n	0.49684_n	0.25281_n
» *b*	9.91455	0.07262	0.26221	0.22293	9.97877	9.67752
» *c*	9.76828_n	0.05681_n	0.27722_n	0.04119_n	9.12149_n	9.44984
» *d*	0.54196_n	0.77996_n	0.81853_n	0.88562	1.01778	0.81459

	21	22	23	24	25	26
log e	0.45275	0.67059	0.43716	1.24229_n	1.27059_n	1.05541_n
» f	0.44362_n	0.66161_n	0.43061_n	1.23150	1.26007	1.04494
» g	0.09577	0.31391	0.08533	0.88197_n	0.91080_n	0.69574_n
» h	0.49620	0.73420	0.77277	0.83986_n	0.97202_n	0.76883_n
» i	9.92778	0.14576	9.91360	0.71677_n	0.74521_n	0.53013_n
» k	9.84733_n	0.06356_n	9.87558_n	0.59548	0.62977	0.41733
» l	0.84562_n	1.06346_n	0.83003_n	1.63516	1.66346	1.44828
» s	0.59724_n	0.84614_n	0.49149_n	1.52006	1.54293	1.33613
» n	1.26740	0.62980_n	0.50560	1.63060_n	1.74680_n	1.43320_n

Δ Decl.

log a	9.78985	0.03331	0.38303	0.61133	0.37017	9.50739
» b	0.49544_n	0.56417_n	0.50704_n	0.04423_n	0.16242_n	9.11394_n
» c	0.13073	0.30212	0.26149	7.27875	0.02352	0.14656
» d	0.15001_n	0.49538_n	0.84326_n	0.99975_n	0.73828_n	0.01914_n
» e	0.16926	0.65898	0.99480	0.57632	0.54334_n	0.59562_n
» f	0.15941_n	0.64859_n	0.98451_n	0.57005_n	0.52858	0.58359
» g	9.81090	0.29949	0.63549	0.22508	0.17502_n	0.23287_n
» h	0.10425	0.44962	0.79750	0.95399	0.69252	9.97338
» i	9.64365	0.13335	0.46935	0.05265	0.01641_n	0.06978_n
» k	9.38489_n	9.94591_n	0.32284_n	9.87737_n	0.01381	0.05511
» l	0.56213_n	1.05185_n	1.38767_n	0.96919_n	0.93621	0.98849
» s	0.61001_n	0.98159_n	1.27161_n	0.71829_n	0.92502	0.97179
» n	1.60570	1.31810	1.48680	1.16230	0.63650_n	0.56700_n

	1842.				**1845.**
	Δ A. R. cos Decl.				Δ A. R. cos Decl.
	27	28	29	30	31
log a	9.58683	9.47907	8.52543	9.46836_n	9.62554
» b	8.90526	9.09691_n	9.53186_n	9.96336	9.07954_n
» c	9.45618_n	9.35692_n	8.86552_n	9.92888	8.30081
» d	0.03422_n	0.06378_n	0.03423_n	0.17100_n	0.16892_n
» e	9.63853	9.79367	0.01528_n	0.75995_n	0.46010
» f	9.57481_n	9.72837_n	9.94422	0.69053	0.32537_n
» g	9.17828	9.33023	9.54025_n	0.28834_n	9.86546
» h	9.93731	9.96687	9.93732	0.01610	0.01402
» i	8.87910	9.03340	9.25410_n	9.99935_n	9.15560
» k	9.13226_n	9.42177_n	9.73815	0.46782	0.58747_n

	27	28	29	30	31
log l	0.18913$_n$	0.34427$_n$	0.56588	1.31055	1.01773$_n$
» s	0.15570$_n$	0.37060$_n$	0.46956	1.31425	1.10582$_n$
» n	0.02300$_n$	0.59830$_n$	0.13350$_n$	9.89310	1.04270
		Δ Decl.			Δ Decl.
log a	9.38198	9.16536	8.75473$_n$	9.80499	7.96988
» b	9.54058$_n$	8.55751	9.86682	0.08852$_n$	9.32510$_n$
» c	9.64067	9.59468	9.20300	0.02743$_n$	9.68357
» d	9.82236$_n$	9.75273$_n$	9.50092$_n$	0.16668	8.02531$_n$
» e	9.24546	7.47276$_n$	0.27825$_n$	0.15174$_n$	9.29557$_n$
» f	9.18457$_n$	6.38771	0.20887	0.08523	9.15943
» g	8.79085	6.91908	9.80663$_n$	9.68525$_n$	8.69810$_n$
» h	9.72545	9.65582	9.40401	0.01178$_n$	7.87041
» i	8.49000	6.00000$_n$	9.51730$_n$	9.39640^n	7.97770$_n$
» k	8.27420$_n$	8.83380	9.96652	9.57955	9.43040
» l	9.79606$_n$	8.02336	0.82885	0.70234	9.85320
» s	9.51878$_n$	9.73175	0.85698	0.51279	0.05967
» n	0.64350	8.30100	0.32630	0.56110$_n$	0.88710

1848.

Δ A. R. cos Decl.

	32	33	34	35
log a	0.13578	9.97516	0.04712$_n$	9.63437$_n$
» b	8.57519$_n$	9.96932$_n$	9.35603$_n$	9.59006
» c	9.27750$_n$	9.75195	0.04853	9.53882
» d	0.55547$_n$	0.55392$_n$	0.49981	0.31813
» e	0.65195	0.90057	9.76335	9.92645$_n$
» f	0.44005$_n$	0.68760$_n$	9.53247$_n$	9.71913
» g	9.91248	0.15927	8.99136	9.19465$_n$
» h	0.33362	0.33207	0.27796$_n$	0.09628$_n$
» i	9.51240$_n$	9.76060$_n$	8.61600$_n$	8.78890
» k	0.66722$_n$	0.90247$_n$	9.45682$_n$	9.99414
» l	1.20789$_n$	1.45651$_n$	0.31929$_n$	0.48239
» s	1.27554$_n$	1.52508$_n$	0.01511$_n$	0.67611
» n	0.07130	0.79540$_n$	0.53110$_n$	0.65510$_n$
		Δ Decl.		
log a	7.31175$_n$	0.00662$_n$	9.37983$_n$	8.04218$_n$
» b	0.40618$_n$	0.33226$_n$	9.72981$_n$	9.67897

	32	33	34	35
log c	0.17822	0.30014	0.11097	9.77387
» d	9.26335_n	0.42580	0.12735	9.38161_n
» e	9.82626	0.43380_n	0.86491_n	0.49551_n
» f	9.61241_n	0.22261	0.65128	0.28128
» g	9.08350	9.69552_n	0.12252_n	9.75211_n
» h	9.04150	0.20395_n	9.90550_n	9.15976
» i	8.68570_n	9.29520	9.72450	9.35660
» k	9.79498_n	0.46274	0.86119	0.48402
» l	0.38220_n	0.98974	1.42085	1.05145
» s	0.58174_n	1.05008	1.49174	1.13715
» n	1.05650	0.54530	0.81560	9.88650

1852.

	Δ A. R. cos Decl.			Δ Decl.		
	36	37	38	36	37	38
log a	9.66429	9.50690	9.03929_n	9.58724	9.39315	9.04470_n
» b	9.61679	8.95856	9.65543_n	9.92474_n	9.49304_n	9.86935
» c	9.59831_n	9.54843_n	9.18840_n	9.73932	9.69729	9.35819
» d	9.92960_n	9.94213_n	9.73848_n	9.88919_n	9.83842_n	9.34790_n
» e	9.39287_n	9.59262_n	0.62643_n	8.85230	9.12385_n	0.53901_n
» f	9.06766	9.27180	0.31664	8.58679_n	8.78880	0.22944
» g	8.44762_n	8.65475_n	9.70670_n	8.00260	8.16197_n	9.61962_n
» h	9.62857	9.64110	9.43745	9.58816	9.53739	9.04687
» i	8.07550	8.26950	9.31280	7.5315_n	7.8062	9.22400
» k	8.99120	9.28847	0.44962	8.94840_n	8.73320	0.36667
» l	9.89146	0.09121	1.12502	9.35089_n	9.62244	1.03760
» s	9.89432	9.91275	1.10379	9.75343_n	9.68413	1.07789
» n	1.26440	0.70690	1.52260	1.08850	0.25530	1.39430

1855.

	Δ A. R. cos Decl.			Δ Decl.		
	39	40	41	39	40	41
log a	8.68142_n	7.62737_n	9.54481	8.96388_n	9.25811_n	9.51268_n
» b	9.07372	9.58681_n	9.92521_n	9.28307	9.68323_n	0.05331_n
» c	9.49922_n	9.76311_n	9.76500_n	9.69950_n	9.89916_n	9.97426_n
» d	9.62968_n	9.43595	0.17650	9.34745_n	9.90641_n	0.08106_n
» e	0.46435	0.57391	0.62499	0.47060_n	0.54013_n	0.43993_n
» f	0.03356_n	0.14230_n	0.19216_n	0.03880	0.10774	0.00667

	39	40	41	39	40	41
log g	9.32506	9.43339	9.48259	9.32978_n	9.39841_n	9.29688_n
» h	9.10680	8.91307_n	9.65362_n	8.82457	9.38353	9.55818
» i	8.94100_n	9.05120_n	9.10180_n	8.94600	9.01410	8.91170
» k	9.88001_n	9.96834_n	9.98740_n	9.84967	9.89779	9.76656
» l	0.79840_n	0.90796_n	0.95904_n	0.80465	0.87418	0.77398
» s	0.75065_n	0.86206_n	0.86072_n	0.65718	0.59338	0.15522
» n	1.45220	1.54830	1.56780	1.43480_n	1.43980_n	1.25060_n

1858.

	Δ A. R. cos Decl.			Δ Decl.		
	42	43	44	42	43	44
log a	9.85710	9.54103	8.83052	9.03411	9.28353_n	9.09965_n
» b	8.59106_n	9.52061_n	9.39620	0.13255_n	9.75891_n	9.59945
» c	8.95487_n	9.52250	9.39405	9.90924	9.93477	9.53199
» d	0.28159_n	0.15363_n	8.86670	9.40958_n	9.85118	9.43971
» e	0.38371	0.61619	0.52494	9.39784	0.22790_n	0.50047_n
» f	9.78607_n	0.01545_n	9.92204	8.80229_n	9.62773	9.89829
» g	8.94934	9.17757	9.08332	7.96614	8.79007_n	9.05983_n
» h	9.75871	9.63075	8.34382_n	8.88670	9.32830_n	8.91683_n
» i	7.56820_n	7.76340_n	7.65320_n	6.60210_n	7.38020	7.63350
» k	9.13130_n	9.33806_n	9.23147_n	8.11730_n	8.96430	9.21722
» l	0.30954_n	0.54202_n	0.45077_n	9.32367_n	0.15373	0.42630
» s	0.01259_n	0.04477_n	9.40209	9.81003_n	9.89393	0.06202
» n	0.72900	1.37950	1.38860	1.17980	0.71100_n	1.42840_n

1861 — 1862.

	Δ A. R. cos Decl.				
	45	46	47	48	49
log a	9.89269	9.44148	7.44090	9.43523	9.52816
» b	9.99817	9.60681	8.85552	7.34200	9.05080
» c	9.83177_n	9.75122_n	9.78907_n	9.40378	9.44439
» d	0.02165_n	9.55959_n	9.16489	9.97612	9.98055
» e	9.90439_n	0.31308_n	0.56526_n	9.73918_n	9.52336_n
» f	8.98541	9.41925	9.67559	8.87329	8.67385
» g	7.95424_n	8.39005_n	8.64670_n	7.84634_n	7.64738_n
» h	9.32268	8.86062	8.46592_n	8.97612_n	8.98055_n
» i	7.36170_n	7.74040_n	7.99560_n	7.17610_n	7.00000_n

	45	46	47	48	49
log k	6.60210_n	8.72180	9.04883	8.54650	8.46240
» l	9.01498	9.42367	9.67585	8.84977	8.63395
» s	9.55230_n	0.22508_n	0.49042_n	0.00156	0.13628
» n	1.17490	1.25740	9.91370	0.40560	0.43520
			Δ Decl.		
log a	9.93262	9.64317	9.31574	9.18455	9.31898
» b	0.27579_n	9.90020_n	9.20085_n	9.25455_n	9.61721_n
» c	9.97456	9.90600	9.85563	9.68722_n	9.69943_n
» d	0.18585_n	0.00647_n	9.79846_n	9.72773	9.78280
» e	9.61563	9.50962_n	0.11843_n	9.25382_n	8.27967_n
» f	8.78453_n	8.56802	9.22151	8.40389	7.70177
» g	7.75967	7.53529_n	8.19201_n	7.37840_n	6.69020_n
» h	9.48688	9.30750	9.09949	8.72273_n	8.78280_n
» i	6.95420	7.00000_n	7.55630_n	6.60210_n	6.00000_n
» k	8.55990_n	7.61280_n	8.53150	8.06070	8.06820
» l	8.72622_n	8.62021	9.22902	8.36441	7.39026
» s	0.01957_n	9.78873_n	9.84541_n	9.19033_n	9.20602_n
» n	1.27160	0.92060	0.88200	0.86630_n	1.06560

1865.

Δ A. R. cos Decl.

	50	51	52	53
log a	0.18953_n	9.37131_n	9.78164	0.10219
» b	9.27883_n	0.35344_n	0.36349_n	0.30279_n
» c	9.92420_n	0.21679_n	0.13674_n	9.98307_n
» d	0.66665_n	9.92143	0.47038	0.62950
» e	0.09332_n	0.86780	0.92031	0.89542
» f	7.98610_n	8.79275_n	8.78676_n	8.71010_n
» s	0.92776_n	0.60305	0.91071	1.01557
» n	1.03222	1.47871_n	1.50284_n	1.49346_n
		Δ Decl.		
log a	9.35961_n	0.27835_n	0.26418_n	0.15561_n
» b	0.00320_n	0.32267_n	0.40937_n	0.47942_n
» c	0.18152_n	0.26629_n	0.28714_n	0.28746_n
» d	0.10156_n	0.77022_n	0.71480_n	0.56467_n
» e	0.85848_n	0.97227_n	0.82576_n	0.58483_n
» f	8.75934	8.75140	8.55417	8.23805
» s	1.04845_n	1.32352_n	1.25973_n	1.14246_n
» n	1.53110	1.53339	1.28735	1.10619

1868.

Δ A. R. cos Decl.

	54	55	56	57
log a	9.73616	9.56695	9.45274	9.34747
» b	9.05186_n	9.23595_n	8.87904_n	8.83667
» c	8.38881_n	9.21888	9.32150	9.30240
» d	0.21350_n	0.13962_n	0.03675_n	9.88166_n
» e	0.39291	0.54965	0.58460	0.60683
» f	9.43384	9.59468	9.63112	9.65461
» k	9.06108	9.44963	9.54937	9.62232
» l	9.91274_n	0.06948_n	0.10443_n	0.12666_n
» s	9.90977	0.30741	0.42843	0.51935
» n	1.02370_n	1.01150_n	0.89600_n	0.75360_n

Δ Decl.

log a	8.66614	8.93927_n	9.06652_n	9.10975_n
» b	9.89713_n	9.38880_n	8.41052	9.41195
» c	9.80891	9.76571	9.68578	9.55196
» d	8.98214_n	9.53016	9.65201	9.64719
» e	7.45332_n	9.99684_n	0.21688_n	0.36012_n
» f	6.88705_n	9.04266_n	9.26357_n	9.40782_n
» k	6.84510	8.86570_n	9.15987_n	9.35927_n
» l	6.97315	9.51667	9.73671	9.87995
» s	9.29380_n	9.41061_n	9.76886_n	0.03647_n
» n	0.91380	0.79730	0.09690	9.36170

1871.

Δ A. R. cos Decl.

	58	59	60	61	62
log a	0.36551	0.08995	9.49693_n	0.14849_n	0.17373_n
» b	0.18718	0.28171	0.15588	9.89014	9.61321
» c	0.04892_n	0.22195_n	0.11580_n	9.82196_n	9.33435_n
» d	0.64280_n	0.16559_n	0.38286	0.72029	0.74221
» e	0.38138	0.63495_n	0.98905_n	1.11553_n	1.10825_n
» f	9.30088	9.91709_n	0.19706_n	0.30077_n	0.28823_n
» s	9.97891	0.71003_n	0.95896_n	1.04492_n	1.02310_n
» n	1.39515	1.40157	0.66181_n	1.47654_n	1.52582_n

Δ Decl.

log a	0.15585	0.46420	0.39092	0.07386	9.51990
» b	0.55080_n	0.47704_n	0.37662_n	0.13197_n	9.34479_n
» c	0.22006	0.22284	0.22523	0.22920	0.14846
» d	0.51095_n	0.83961_n	0.77461_n	0.48323_n	0.00843_n
» e	0.50182	0.71991	0.39139	0.12840_n	0.48767_n
» f	9.60563	9.76886	9.18949	9.55509_n	9.74796_n
» s	9.10490_n	9.70349	0.19716_n	0.50787_n	0.49633_n
» n	0.88423	1.45637	1.46359	1.08386	0.78032_n

1875.

Δ A. R. cos Decl.

	63	64	65	66
log *a*	9.63317	9.59640	9.44776	8.67934
» *b*	9.32980	9.02119	9.17638_n	9.49996_n
» *c*	9.48219_n	9.45347_n	9.31507_n	8.76492_n
» *d*	0.00064_n	0.02678_n	0.06182_n	0.02287_n
» *e*	9.47411	9.62098	9.80965	9.94946_n
» *f*	9.56060	9.72192	9.92342	0.09916_n
» *s*	5.95400_n	8.98695	9.40523	0.54745_n
» *n*	0.70927	0.60314	0.33646	0.80003

Δ Decl.

log *a*	9.46249	9.39363	9.09472	8.65925_n
» *b*	9.74312_n	9.58365_n	9.02531	9.83078
» *c*	9.64830	9.63831	9.57124	9.21192
» *d*	9.82746_n	9.81673_n	9.71878_n	9.48095_n
» *e*	9.25474	9.24657	8.91887_n	0.24832_n
» *f*	9.33504	9.32966	9.12707_n	0.38645_n
» *s*	8.97580_n	8.52205	9.13773_n	0.56987_n
» *n*	0.84634	9.73239_n	9.63347	9.63347

Die Auflösung der Bedingungsgleichungen nach der Methode der kleinsten Quadrate führt wegen der grossen Zahl von 11 Unbekannten und 132 Gleichungen auf eine sehr weitläufige Rechnung. Um die Controle derselben zu erleichtern, wurde die Bildung der Summen der Quadrate und Producte für jede Erscheinung besonders, in einigen Fällen sogar für die zu den beiden Coordinaten A. R. und Decl. gehörenden Gleichungen besonders, ausgeführt. Die Controle der Zahlen geschah mit Hülfe der Summenbildung auf bekannte Weise. Die beiden den Factor s enthaltenden Productenreihen geben das Resultat der Multiplicationen der Summen aller Coefficienten der einzelnen Gleichungen, in welche jedoch n nicht eingeschlossen wurde, mit den Einzelwerthen derselben und das Resultat der directen Summationen. Die durch das letztere Verfahren gebildeten Producte sind von den andern durch das Zeichen (*) unterschieden worden. Da die ganze Rechnung mit Hülfe fünfstelliger Logarithmentafeln ausgeführt wurde, ist es natürlich, dass die auf beide Weise berechneten Producte in den letzten Stellen etwas differiren. Schliesslich sind die zu den einzelnen Erscheinungen gehörenden Quantitäten in zwei Summenreihen vereinigt worden, von denen die eine sich auf die Zeit von 1818—1868, die andere auf die Zeit von 1871—1875 bezieht, nachdem jedoch vorher die zu den Erscheinungen 1818—1819, 1822 und 1832 gehörenden mit $\frac{1}{4}$, die zu 1825 und 1835 gehörenden mit $\frac{1}{2}$, welche Zahlen die den Normalörtern dieser Erscheinungen zuertheilten Gewichte ausdrücken, multiplicirt worden waren.

Summen der Quadrate und Producte der Coefficienten der Bedingungsgleichungen.

	1818—1819.	1822.	1825.		1828.		1832.	1835.
			Δ cos. Decl.	Decl.	Δ cos Decl.	Decl.		
(*aa*)	+ 0.5387	+ 4.2479	+ 0.5470	+ 0.0807	+ 6.3146	+ 8.0911	+ 5.9247	+ 0.1468
(*ab*)	— 0.4073	— 0.1606	— 0.1147	— 0.0740	+ 4.3213	—13.2563	— 3.5934	— 0.0428
(*ac*)	+ 0.7667	+ 2.1677	+ 0.3098	— 0.2862	— 2.4153	+ 8.0051	— 2.5038	+ 0.0124
(*ad*)	— 1.5375	+ 14.2533	— 1.9297	— 0.2673	— 14.0249	—17.6504	+ 19.3121	— 0.5388
(*ae*)	+ 3.7918	+ 10.6716	+ 6.5373	+ 1.3026	+ 20.6136	+ 7.4715	+ 28.7228	+ 1.3234
(*af*)	— 6.4552	— 16.7963	— 9.5395	— 1.9004	— 27.6272	—10.0688	— 34.8534	— 1.4513
(*ag*)	+ 4.8269	+ 11.6721	+ 6.1753	+ 1.2299	+ 16.5253	+ 6.0569	+ 19.0210	+ 0.7215
(*ah*)	+ 2.3061	— 18.5293	+ 2.5086	+ 0.3475	+ 16.8299	+21.1805	— 19.3121	+ 0.5388
(*ai*)	+ 4.6338	+ 11.2489	+ 5.8609	+ 1.1677	+ 15.1371	+ 5.4954	+ 16.5566	+ 0.5510
(*ak*)	+ 5.4614	+ 9.5188	+ 4.8202	+ 0.9170	+ 8.3795	+ 4.1776	+ 3.3753	+ 0.0757
(*al*)	+ 0.0759	— 0.9498	— 1.4904	— 0.2970	— 9.0294	— 3.2727	— 55.7220	— 3.0475
(*bb*)	+ 1.3070	+ 1.4640	+ 0.1350	+ 0.5030	+ 6.6760	+22 2410	+ 3.4270	+ 0.0270
(*bc*)	— 1.0141	+ 0.9882	— 0.0288	— 0.1063	— 5.3533	—12.1776	+ 3.0247	— 0.0652
(*bd*)	+ 1.1387	— 0.2239	+ 0.4946	+ 0.1650	— 4.3921	+28.6315	— 10.6400	+ 0.1553
(*be*)	— 2.1297	+ 4.2452	— 0.4093	— 1.7556	— 16.1265	— 5.4970	— 6.8742	— 0 3559
(*bf*)	+ 3.6263	— 6.7068	+ 0.5986	+ 2.5607	+ 21.5272	+20.8481	+ 8.3150	+ 0.3903
(*bg*)	— 2.7127	+ 4.6762	— 0.3883	— 1.6569	— 12.8255	—12.5196	— 4.5260	— 0.1940
(*bh*)	— 1.7080	+ 0.2911	— 0.6430	— 0.2145	+ 5.2705	—34.3578	+ 10.6400	— 0.1553
(*bi*)	— 2.6024	+ 4.4822	— 0 3666	— 1.5740	— 11.8106	—11.3912	— 3.9539	— 0.1482
(*bk*)	— 3.1151	+ 4.5149	— 0.3176	— 1.2729	— 6.7056	— 7.9810	— 0.0418	— 0.0270
(*bl*)	— 0.0425	— 0.3778	+ 0.0933	+ 0.4002	+ 7.0638	+ 6.7882	+ 13.3340	+ 0.8198
(*cc*)	+ 2.7704	+ 4.3382	+ 0.2010	+ 1.3277	+ 4.6224	+10.3205	+ 2.8762	+ 0.2515
(*cd*)	— 2.6765	+ 7.8130	— 1.0783	+ 1.0168	+ 0.2597	—18.1834	— 6.8665	— 0.0394
(*ce*)	+ 3.7747	+ 20.6161	+ 4.1407	— 4.1438	+ 21.8163	— 0.2918	+ 0.5926	— 0.0067
(*cf*)	— 6.4293	— 32 5303	— 6 0417	+ 6.0458	— 29.1542	+ 0.3080	— 0.7503	+ 0.0072
(*cg*)	+ 4.8112	+ 22.6565	+ 3.9109	— 3.9132	+ 17.3886	— 0.1339	+ 0.4240	— 0.0035
(*ch*)	+ 4.0147	— 10.1569	+ 1.4018	— 1.3218	— 0.3116	+21.8201	+ 6.8664	+ 0.0394
(*ci*)	+ 4.6132	+ 21.7522	+ 3.7122	— 3.7143	+ 15.9891	— 0.1973	+ 0.3517	— 0.0026
(*ck*)	+ 5.6743	+ 20.7134	+ 3.0482	— 2.8862	+ 9.0210	+ 1.4690	+ 0.9942	+ 0.0265
(*cl*)	+ 0.0755	— 1.8349	— 0.9441	+ 0.9447	— 9.5560	+ 0.1278	— 1.1490	+ 0.0154
(*dd*)	+ 4.8294	+ 49.4250	+ 6.8972	+ 0.9114	+ 38.8691	+38.7890	+ 63.8710	+ 1.9775
(*de*)	— 15.4276	+ 39.8402	— 22.4087	— 4.1747	— 90.2577	—14.1676	+102.6929	— 4.8594
(*df*)	+ 26.2535	— 62.7220	+ 32.7004	+ 6 0906	+120.8418	+19.1167	—124.6337	+ 5.3284
(*dg*)	— 19 6282	+ 43.5963	— 21.1697	— 3.9419	— 72.2072	—11.5144	+ 68.0270	— 2.6490
(*dh*)	— 7.2441	— 64.2525	— 8.9664	— 1.1848	— 46.6429	—46.5468	— 63.8711	— 1.9775
(*di*)	— 18.8524	+ 42.0010	— 20.0896	— 3.7422	— 66.2375	—10.4256	+ 59.2030	— 2.0229
(*dk*)	— 22.3956	+ 35.9986	— 16.5358	— 2.9324	— 36.8862	— 8.3876	+ 12.7265	— 0.2772
(*dl*)	— 0.3086	— 3.5458	+ 5.1088	+ 0.9517	+ 39.5355	+ 6.2059	—199.2230	+11.1909
(*ee*)	+121.1469	+101.1800	+ 87.5943	+21.8866	+323.8738	+32.4145	+228.3988	+11.9836
(*ef*)	—206.0606	—159.6483	—127.8082	—31.9290	—433.3460	—43.3996	—277.3691	—13.1405
(*eg*)	+153.9857	+111.1876	+ 82.7298	+20.6642	+258.7752	+25.9380	+151.4690	+ 6.5329
(*eh*)	+ 23.1411	— 51.7923	+ 29.1313	+ 5.4271	+108.3092	+17.0011	—102.6929	+ 4.8594
(*ei*)	+148.0871	+106.7557	+ 78.5312	+19.6196	+237.5633	+23.7845	+131.7220	+ 4 9888
(*ek*)	+176.1944	+101.4490	+ 64.4528	+15.4565	+132.8035	+12.7528	+ 33.3148	+ 0.6724
(*el*)	+ 2.4230	— 9.0052	— 19.9695	— 4.9898	—141.8670	—14.1984	—443.0970	—27.5980
(*ff*)	+350.4889	+251.9016	+186.4838	+46.5795	+579.8189	+58.1090	+336.8344	+14.4089
(*fg*)	—261.9180	—175.4400	—120 7095	—30.1462	—346.2436	—34.7294	—183.9442	— 7.1635
(*fh*)	— 39.3803	+ 81.5386	— 42.5105	— 7.9178	—145.0102	—22.9400	+124.6337	— 5.3284
(*fi*)	—251.7767	—168.4456	—114.5837	—28.6216	—317.8584	—31.8453	—159.9711	— 5.4703
(*fk*)	—299.6908	—160.0882	— 94.0421	—22.5485	—177.6909	—17.0876	— 40.4673	— 0.7373
(*fl*)	— 4.1203	+ 14.2090	+ 29.1380	+ 7.2793	+189.8180	+19.0105	+538.0890	+30.2621
(*gg*)	+195.7253	+122.1872	+ 78.1349	+19.5104	+206.7619	+20.7567	+100,4510	+ 3.5614
(*gh*)	+ 29.4421	— 56.6752	+ 27.5206	+ 5.1245	+ 86.6486	+13.8173	— 68.0270	+ 2.6490
(*gi*)	+188.1488	+117.3160	+ 74.1694	+18.5239	+189.8127	+19.0325	+ 87.3590	+ 2.7196
(*gk*)	+223.9273	+111.5046	+ 60.8734	+14.5933	+106.1094	+10.2201	+ 22.1040	+ 0.3665
(*gl*)	+ 3.0796	— 9.8958	— 18 8609	— 4.7111	—113.3500	—11.3616	—293.8510	—15.0450

	1818—1819.	1822.	1825.		1828.		1832.	1835.
			Æ cos Decl.	Decl.	Æ cos Decl.	Decl.		
(*hh*)	+ 10.8661	+ 83.5282	+ 11.6563	+ 1.5402	+ 55.9715	+ 55.8562	+ 63.8711	+ 1.9775
(*hi*)	+ 28.2786	— 54.6013	+ 26.1165	+ 4.8649	+ 79.4850	+ 12.5107	— 59.2030	+ 2.0229
(*hk*)	+ 33.5931	— 46.7982	+ 21.4965	+ 3.8121	+ 44.2634	+ 10.0651	— 12.7265	+ 0.2772
(*hl*)	+ 0.4628	+ 4.6097	— 6.6414	— 1.2373	— 47.4430	— 7.4470	+ 199.2230	— 11.1909
(*ii*)	+ 180.8909	+ 112.6381	+ 70.4056	+ 17.5873	+ 174.2530	+ 17.4523	+ 75.9743	+ 2.0769
(*ik*)	+ 215.2836	+ 107.0423	+ 57.7838	+ 13.8554	+ 97.4120	+ 9.3601	+ 19.2174	+ 0.2799
(*il*)	+ 2.9604	— 9.5014	— 17.9040	— 4.4729	— 104.0600	— 10.4181	— 255.5540	— 11.4892
(*kk*)	+ 256.3019	+ 102.1813	+ 47.4265	+ 10.9186	+ 54.4587	+ 5.2608	+ 5.1462	+ 0.0406
(*kl*)	+ 3.5235	— 9.0292	— 14.6940	— 3.5238	— 58.1714	— 5.5861	— 64.6307	— 1.5484
(*ll*)	+ 0.0435	+ 0.8015	+ 4.5527	+ 1.1376	+ 62.1414	+ 6.2193	+ 859.603	+ 63.5582
(*an*)	+ 52.589	— 127.017	— 28.707	— 2.556	+ 139.373	+ 200.908	— 224.774	— 2.236
(*bn*)	— 30.670	+ 24.426	+ 8.737	— 8.706	— 35.774	— 338.615	+ 109.150	— 0.706
(*cn*)	+ 46.054	— 60.123	— 14.827	+ 18.423	+ 74.400	+ 178.921	+ 62.186	+ 5.318
(*dn*)	— 156.919	— 462.597	+ 102.819	+ 10.055	— 508.937	— 432.053	— 756.030	+ 8.343
(*en*)	+ 674.112	— 319.012	— 315.111	— 28.730	+1599.933	+ 251.581	—1319.417	— 22.768
(*fn*)	—1146.946	+ 501.965	+ 459.858	+ 41.929	—2141.083	— 338.300	+1601.580	+ 24.964
(*gn*)	+ 857.354	— 348.747	— 297.710	— 27.145	+1278.779	+ 203.067	— 874.300	— 12.409
(*hn*)	+ 235.378	+ 601.365	— 133.663	— 13.073	+ 610.724	+ 518.464	+ 756.030	— 8.343
(*in*)	+ 823.751	— 336.267	— 282.496	— 25.748	+1173.706	+ 184.896	— 760.730	— 9.477
(*kn*)	+ 972.595	— 280.616	— 232.694	— 19.295	+ 655.142	+ 126.693	— 171.730	— 0.708
(*ln*)	+ 13.483	+ 28.392	+ 71.839	+ 6.550	— 700.813	— 110.200	+2559.660	+ 52.437
(*nn*)	+6448.95	+6689.74	+1653.65	+383.00	+8278.79	+5193.81	+9119.34	+155.173
(*as*)	+ 14.004	+ 27.345	+ 13.685	+ 2.221	+ 35.026	+ 16.230	— 23.071	— 1.711
(*bs*)	— 7.659	+ 13.193	— 0.947	— 3.025	— 12.353	— 28.674	+ 9.114	+ 0.404
(*cs*)	+ 16.383	+ 56.523	+ 8.632	— 7.037	+ 22.304	+ 11.066	+ 3.860	+ 0.235
(*ds*)	— 55.858	+ 102.186	— 46.977	— 7.108	— 131.139	— 34.132	— 79.400	+ 6.287
(*es*)	+ 408.908	+ 275.500	+ 182.519	+ 37.364	+ 422.158	+ 31.807	— 153.104	— 15.599
(*fs*)	— 695.536	— 434.723	— 266.311	— 54.508	— 564.912	— 42.678	+ 185.885	+ 17.104
(*gs*)	+ 519.774	+ 302.783	+ 172.384	+ 35.277	+ 337.393	+ 25.562	— 101.489	— 8.503
(*hs*)	+ 83.787	— 132.841	+ 61.069	+ 9.240	+ 157.365	+ 40.959	+ 79.400	— 6.287
(*is*)	+ 499.694	+ 290.688	+ 163.634	+ 33.494	+ 309.682	+ 23.358	— 88.286	— 6.494
(*ks*)	+ 594,853	+ 277.009	+ 134.310	+ 26.390	+ 172.990	+ 14.263	— 20.988	— 0.851
(*ls*)	+ 8.178	— 24.519	— 41.611	— 8.518	— 184.916	— 13.932	+ 297.019	+ 35.923
(*ns*)	+2341.135	— 778.218	— 661.965	— 48.296	+2145.460	+ 445.355	+ 981.59	+ 34.409
(*as*)*	+ 13.997	+ 27.344	+ 13.685	+ 2.221	+ 35.025	+ 16.230	— 23.072	— 1.711
(*bs*)*	— 7.659	+ 13.193	— 0.947	— 3.025	— 12.355	— 28.672	+ 9.111	+ 0.404
(*cs*)*	+ 16.381	+ 56.523	+ 8.632	— 7.037	+ 22.307	+ 11.066	+ 3.860	+ 0.235
(*ds*)*	— 55.849	+ 102.183	— 46.977	— 7.108	— 131.142	— 34.133	— 79.402	+ 6.288
(*es*)*	+ 408.927	+ 275.500	+ 182.522	+ 37.364	+ 422.158	+ 31.808	— 153.120	— 15.600
(*fs*)*	— 695.463	— 434.728	— 266.314	— 54.508	— 564.925	— 42.678	+ 185.883	+ 17.106
(*gs*)*	+ 519.793	+ 302.785	+ 172.386	+ 35.277	+ 337.395	+ 25.563	— 101.493	— 8.504
(*hs*)*	+ 83.772	— 132.838	+ 61.070	+ 9.240	+ 157.370	+ 40.959	+ 79.402	— 6.288
(*is*)*	+ 499.665	+ 290.688	+ 163.636	+ 33.494	+ 309.686	+ 23.358	— 88.298	— 6.494
(*ks*)*	+ 594.768	+ 277.007	+ 134.312	+ 26.389	+ 172.983	+ 14.263	— 20.988	— 0.851
(*ls*)*	+ 8.173	— 24.520	— 41.611	— 8.518	— 184.918	— 13.932	+ 297.022	+ 35.927
(*ns*)*	+2340.781	— 778.230	— 661.955	— 48.296	+2145.450	+ 445.362	+ 981.630	+ 34.415

	1838.		1842.	1845.	1848.	1852.	1855.	1858.
	Æ cos Decl.	Decl.						
(*aa*)	+ 37.0362	+ 29.6665	+ 0.8176	+ 0.1783	+ 5.2773	+ 0.5511	+ 0.2725	+ 0.7076
(*ab*)	+ 2.9121	— 21.6235	— 1.1909	— 0.0527	+ 1.4646	— 0.2143	+ 0.1386	— 0.2129
(*ac*)	— 7.7043	+ 10.3427	— 0.9571	+ 0.0129	— 3.4668	+ 0.0302	+ 0.3102	— 0.0527
(*ad*)	— 102.7951	— 75.0805	+ 0.3448	— 0.6231	— 15.7377	— 1.0589	+ 1.1045	— 2.0651
(*ae*)	+ 141.0332	+ 35.6383	+ 1.2571	+ 1.2162	+ 17.9096	+ 0.6014	+ 3.1196	+ 4 1537
(*af*)	— 137.7720	— 35.0303	— 1.0709	— 0.8918	— 11.0012	— 0.3006	— 1.1514	— 1.0443
(*ag*)	+ 61.6976	+ 15.7856	+ 0.4245	+ 0.3092	+ 3.2661	+ 0 0748	+ 0.2248	+ 0.1517
(*ah*)	+ 92.5156	+ 67.5725	— 0.1386	+ 0.4362	+ 9.4426	+ 0.5294	— 0.3313	+ 0.6195
(*ai*)	+ 42.0818	+ 10.6551	+ 0.2164	+ 0.0603	— 1.2995	— 0.0293	— 0.0930	— 0.0060
(*ak*)	— 32.8770	— 6.4763	— 0.7818	— 1.6306	— 18.7249	— 0.4787	— 0.6988	— 0.2244
(*al*)	— 348.4920	— 88.0620	— 4.4665	— 4.3914	— 64.4217	— 1.8956	— 6.7321	— 3.5016
(*bb*)	+ 9.3420	+ 36.9160	+ 3.1492	+ 0.0591	+ 12.6990	+ 1.7360	+ 2.4193	+ 2.5023
(*bc*)	— 7.1206	— 19.1657	+ 2.0964	— 0.1044	— 9.1778	— 0.5740	+ 2.0282	— 1.5049
(*bd*)	+ 3.8399	+ 57.4503	— 2.7593	+ 0.1794	— 2.5331	+ 0.5173	+ 0.2888	+ 0.6155
(*be*)	— 39.4822	— 51.6771	— 4.6974	— 0.3046	— 1.4740	— 0.8032	— 0.4336	— 1.2584
(*bf*)	+ 38.4480	+ 50.5589	+ 3.9960	+ 0.2235	+ 0.8866	+ 0.3964	+ 0.1619	+ 0.3164
(*bg*)	— 17.1635	— 22.6768	— 1.5806	— 0.0776	— 0.2594	— 0.0978	— 0.0319	— 0.0460
(*bh*)	— 3.4559	— 51.7053	+ 1.8912	— 0.1257	+ 1.5199	— 0.2586	— 0.0866	— 0.1846
(*bi*)	— 11.7652	— 15.4193	— 0.8115	— 0.0152	+ 0.1058	+ 0.0386	+ 0.0143	+ 0 0013
(*bk*)	+ 8.5673	+ 9.9413	+ 2.7593	+ 0.4075	+ 0.9751	+ 0.5644	+ 0.1809	+ 0 0656
(*bl*)	+ 97.5600	+127.6940	+ 16.6901	+ 1.1002	+ 5.3020	+ 2.5317	+ 0.9356	+ 1.0608
(*cc*)	+ 6.5333	+ 12.2583	+ 2.3654	+ 0.2333	+ 10.0007	+ 0.9071	+ 2.5416	+ 1.6951
(*cd*)	+ 13.3877	— 28.1715	— 2.7335	— 0.0346	+ 9.5443	— 0.0882	+ 0.9888	+ 0.2125
(*ce*)	+ 6.2912	+ 19.9761	— 3.7909	— 0.0376	— 11.7287	+ 0.0727	+ 1.2775	— 0.3412
(*cf*)	— 6.0580	— 19.5667	+ 3.2227	+ 0.0274	+ 7.2051	— 0.0360	— 0.4690	+ 0.0862
(*cg*)	+ 2.6737	+ 8.7861	— 1.2742	— 0.0094	— 2.1392	+ 0.0089	+ 0.0913	— 0.0126
(*ch*)	— 12.0489	+ 25.3544	+ 1.9046	+ 0.0242	— 5.7266	+ 0.0441	— 0.2966	— 0.0637
(*ci*)	+ 1.8653	+ 5.9614	— 0.6542	— 0.0017	+ 0.8518	— 0.0035	— 0.0366	+ 0.0006
(*ck*)	— 1.0055	— 3.2587	+ 2.3133	+ 0.0527	+ 12.4315	— 0.0331	— 0.1876	+ 0.0223
(*cl*)	— 15.5450	— 49.3600	+ 13.4694	+ 0.1360	+ 42.1880	— 0.2291	— 2.7568	+ 0.2876
(*dd*)	+ 301.9521	+191.3100	+ 8.8971	+ 2.1770	+ 49.0425	+ 2.9141	+ 4.6623	+ 6.3375
(*de*)	— 458.7506	— 99.6605	+ 6.8643	— 4.2543	— 60.9522	+ 3.6769	+ 12.8852	—12.4019
(*df*)	+ 447.9890	+ 97.8751	— 5.8207	+ 3.1195	+ 37.4207	— 1.7888	— 4.7554	+ 3.1184
(*dg*)	— 200.5480	— 44.0669	+ 2.2949	— 1.0819	— 11.1059	+ 0.4370	+ 0.9279	— 0.4535
(*dh*)	— 271.7570	—172.1790	— 6.6825	— 1.5240	— 29.4255	— 1.4570	— 1.3987	— 1.9012
(*di*)	— 136.8610	— 29.7863	+ 1.1856	— 0.2110	+ 4.4209	— 0.1781	— 0.3846	+ 0.0181
(*dk*)	+ 106.1200	+ 18.4628	— 4.2549	+ 5.7038	+ 63.3042	— 2.2823	— 2.8874	+ 0.6707
(*dl*)	+1133.5790	+246 2600	— 24.3891	+15.3617	+219.2450	—11.5898	— 27.8062	+10.4549
(*ee*)	+ 819.4205	+162.5625	+ 40.3965	+ 8.3604	+155.7413	+30.1054	+ 68.6693	+47.0869
(*ef*)	— 799.8040	—158.6992	— 34.4445	— 6.1305	— 95.3532	—14.7519	— 25.3862	—11.7969
(*eg*)	+ 357.8640	+ 71.0252	+ 13.6480	+ 2.1261	+ 28.2458	+ 3.6215	+ 4.9589	+ 1.7129
(*eh*)	+ 412.8760	+ 89.6945	— 4.8466	+ 2.9778	+ 36.5713	— 1.8384	— 3.8656	+ 3.7206
(*ei*)	+ 244.4120	+ 48.4789	+ 7.0144	+ 0.4146	— 11.2839	— 1.4602	— 2.0532	— 0.0659
(*ek*)	— 187.4980	— 36.0876	— 19.9845	—11.2109	—156.4517	—20.0753	— 16.2320	— 2.4790
(*el*)	—2024.773	—401.6900	—143.5297	—30.1901	—560.2250	—94.8940	—148.1900	—39.6946
(*ff*)	+ 780.6560	+154.9313	+ 29.3682	+ 4.4952	+ 58.3807	+ 7.2287	+ 9.3848	+ 2.9557
(*fg*)	— 349.3000	— 69.3403	— 11.6365	— 1.5590	— 17.2936	— 1.7746	— 1.8333	— 0.4293
(*fh*)	— 403.1900	— 88.0876	+ 4.1081	— 2.1836	— 22.4524	+ 0.8944	+ 1.4266	— 0.9355
(*fi*)	— 238.5620	— 47.3270	— 5.9806	— 0.3041	+ 6.9087	+ 0.7155	+ 0.7578	+ 0.0165
(*fk*)	+ 183.0160	+ 35.2147	+ 17.0358	+ 8.2205	+ 95.7971	+ 9.8380	+ 6.0013	+ 0.6210
(*fl*)	+1976.2730	+392.1460	+122.3827	+22.1374	+342.9917	+46.4990	+ 54.7838	+ 9.9450
(*gg*)	+ 156.2920	+ 31.0340	+ 4.6106	+ 0.5407	+ 5.1228	+ 0.4356	+ 0.3581	+ 0.0624
(*gh*)	+ 180.4930	+ 39.6602	— 1.6191	+ 0.7573	+ 6.6635	— 0.2185	— 0.2784	+ 0.1360
(*gi*)	+ 106.7430	+ 21.1812	+ 2.3698	+ 0.1055	— 2.0444	— 0.1756	— 0.1482	— 0.0023
(*gk*)	— 81.8920	— 15.7532	— 6.7488	— 2.8509	— 28.3789	— 2.4154	— 1.1722	— 0.0901
(*gl*)	— 884.2800	—175.5000	— 48.4912	— 7.6773	—101.6000	—11.4150	— 10.7012	— 1.4440

	1838.		1842.	1845.	1848.	1852.	1855.	1858.
	Æ cos Decl.	Δ Decl.						
(*hh*)	+ 244.5810	+ 154.9611	+ 5.0413	+ 1.0668	+ 17.6553	+ 0.7285	+ 0.4196	+ 0.5704
(*hi*)	+ 123.1750	+ 26.8077	— 0.8370	+ 0.1477	— 2.6525	+ 0.0890	+ 0.1154	— 0.0054
(*hk*)	— 95.5080	— 16.6165	+ 3.0244	— 3.9927	— 37.9825	+ 1.1411	+ 0.8662	— 0.2012
(*hl*)	—1020.2210	— 221.6300	+ 17.2203	— 10.7532	— 131.5470	+ 5.7947	+ 8.3419	— 3.1365
(*ii*)	+ 72.9025	+ 14.4572	+ 1.2180	+ 0.0206	+ 0.8177	+ 0.0706	+ 0.0615	0.0000
(*ik*)	— 55.9270	— 10.7605	— 3.4690	— 0.5561	+ 11.3357	+ 0.9736	+ 0.4854	+ 0.0035
(*il*)	— 603.9300	— 119.7890	— 24.9226	— 1.4973	+ 40.5888	+ 4.6026	+ 4.4308	+ 0.0555
(*kk*)	+ 42.9320	+ 8.1840	+ 10.0164	+ 15.0329	+ 157.3436	+ 13.3994	+ 3.8498	+ 0.1306
(*kl*)	+ 463.3100	+ 89.1720	+ 71.0057	+ 40.4821	+ 562.7570	+ 63.2771	+ 35.0283	+ 2.0898
(*ll*)	+5003.2200	+ 992.5750	+509.9614	+109.0161	+2015.0950	+ 299.1072	+ 319.7930	+ 33.4623
(*an*)	+ 342.247	+ 169.437	— 3.258	+ 4.731	— 3.715	+ 8.911	+ 24.740	+ 19.837
(*bn*)	— 121.413	— 310.385	+ 6.089	— 2.955	— 34.921	+ 0.476	— 13.226	— 30.302
(*cn*)	+ 34.652	+ 142.511	+ 8.115	+ 3.942	+ 23.963	— 0.951	+ 1.289	+ 12.282
(*dn*)	—1146.602	— 453.558	— 2.903	— 16.361	+ 13.830	— 54.595	+ 102.780	— 57.492
(*en*)	+2136.444	+ 541.980	— 4.102	+ 30.304	— 94.749	— 232.605	+ 595.843	+ 291.284
(*fn*)	—2085.088	— 529.620	+ 3.482	— 22.225	+ 57.921	+ 113.847	— 220.310	— 72.908
(*gn*)	+ 932.841	+ 237.263	— 1.376	+ 7.709	— 17.140	— 27.929	+ 43.039	+ 10.582
(*hn*)	+1031.942	+ 408.202	+ 1.672	+ 11.452	— 8.298	+ 27.297	— 30.834	+ 17.248
(*in*)	+ 637.220	+ 161.664	— 0.700	+ 1.505	+ 6.860	+ 11.281	— 17.821	— 0.407
(*kn*)	— 487.669	— 112.279	+ 3.239	— 40.598	+ 93.849	+ 153.274	— 141.666	— 15.207
(*ln*)	—5279.120	—1339.231	+ 14.575	—109.430	+ 340.812	+ 733.183	—1285.824	— 245.556
(*nn*)	+6046.980	+3244.280	+ 56.405	+181.188	+ 257.739	+2241.698	+5233.610	+2175.920
(*as*)	— 252.360	— 56.612	— 5.545	— 5.376	— 77.290	— 2.191	— 3.836	— 1.474
(*bs*)	+ 81.682	+ 100.293	+ 19.543	+ 1.290	+ 9.508	+ 3.837	+ 5.617	+ 1.356
(*cs*)	— 18.733	— 36.845	+ 15.962	+ 0.298	+ 49.985	+ 0.099	+ 3.491	+ 0.329
(*ds*)	+ 836.129	+ 162.416	— 27.054	+ 18.813	+ 263.224	— 10.897	— 16.375	+ 4.606
(*es*)	—1528.390	— 320.439	—142.120	— 37.032	— 658.970	— 95.734	— 105.250	— 11.363
(*fs*)	+1491.701	+ 312.672	+121.162	+ 27.155	+ 403.484	+ 46.917	+ 38.922	+ 2.853
(*gs*)	— 667.411	— 139.867	— 48.003	— 9.417	— 119.525	— 11.519	— 7.604	— 0.414
(*hs*)	— 752.516	— 146.175	+ 19.066	— 13.169	— 157.934	+ 5.448	+ 4.912	— 1.382
(*is*)	— 455.868	— 95.542	— 24.671	— 1.837	+ 47.746	+ 4.643	+ 3.151	+ 0.016
(*ks*)	+ 349.231	+ 72.023	+ 70.917	+ 49.659	+ 662.404	+ 63.906	+ 25.234	+ 0.608
(*ls*)	+3776.580	+ 791.783	+505.961	+133.727	+2370.333	+ 301.757	+ 227.132	+ 9.579
(*ns*)	—4004.480	+1084.021	+ 24.829	—131.928	+ 378.416	+ 732.162	— 942.010	— 70.629
(*as*)*	— 252.363	— 56.612	— 5.545	— 5.376	— 77.292	— 2.191	— 3.836	— 1.474
(*bs*)*	+ 81.682	+ 100.293	+ 19.542	+ 1.289	+ 9.509	+ 3.837	+ 5.615	+ 1.355
(*cs*)*	— 18.731	— 36.844	+ 15.962	+ 0.299	+ 49.982	+ 0.099	+ 3.491	+ 0.329
(*ds*)*	+ 836.156	+ 162.414	— 27.053	+ 18.813	+ 263.223	— 10.898	— 16.375	+ 4.606
(*es*)*	—1528.412	— 320.440	—142.113	— 37.033	— 658.970	— 95.745	— 105.250	— 11.364
(*fs*)*	+1491.696	+ 312.675	+121.160	+ 27.154	+ 403.490	+ 46.920	+ 38.921	+ 2.852
(*gs*)*	— 667.419	— 139.865	— 48.003	— 9.417	— 119.523	— 11.519	— 7.604	— 0.414
(*hs*)*	— 752.540	— 146.168	+ 19.066	— 13.169	— 157.934	+ 5.449	+ 4.912	— 1.382
(*is*)*	— 455.866	— 95.540	— 24.671	— 1.837	+ 47.749	+ 4.643	+ 3.150	+ 0.016
(*ks*)*	+ 349.238	+ 72.023	+ 70.916	+ 49.658	+ 662.406	+ 63.909	+ 25.234	+ 0.609
(*ls*)*	+3776.700	+ 791.816	+504.930	+133.724	+2370.374	+ 301.789	+ 227.127	+ 9.579
(*ns*)*	—4004.550	—1084.016	+ 24.829	—131.926	+ 378.412	+ 732.189	— 941.990	— 70.639

	1861—1862.	1865.	1868.	Summe. 1818—1868.		1871.	1875.	Summe. 1871—1875.
(*aa*)	+ 1.9106	+ 13.4947	+ 0.6027	+ 107.9859		+ 29.2975	+ 0.5844	+ 29.8819
(*ab*)	— 1.1837	+ 10.1380	— 0.1828	— 20.0984		— 17.5870	— 0.1970	— 17.7840
(*ac*)	+ 0 6065	+ 9.8261	+ 0.0286	+ 14.6917		+ 10.8671	— 0.0278	+ 10.8393

	1861—1862.	1865.	1868.	Summe. 1818—1868.		1871.	1875.	Summe. 1871—1875.
(*ad*)	— 2.0223	+ 40.4141	— 2.0209	— 184.5764		— 71.7405	— 1.6326	— 73.3731
(*ae*)	— 1.5589	+ 52.4259	+ 5.2172	+ 304.4766		+ 64.1184	+ 0.5977	+ 64.7161
(*af*)	+ 0.1891	— 0.2832	+ 0.5786	— 246.4457		+ 7.7098	+ 0.7493	+ 8.4591
(*ag*)	— 0.0076			+ 117.4421				
(*ah*)	+ 0.4834			+ 201.9533				
(*ai*)	— 0.0044			+ 84.1133				
(*ak*)	+ 0.0123		+ 0.4130	— 41.4149				
(*al*)	+ 0.2011		— 1.7269	— 552.3571				
(*bb*)	+ 5.5945	+ 35.6200	+ 0.8070	+ 141.6431		+ 38.0200	+ 1.1025	+ 39.1225
(*bc*)	— 3.1550	+ 25.2010	— 0.5741	— 28 9322		— 24.9010	— 0.3084	— 25.2094
(*bd*)	+ 2.3809	+ 21.6600	+ 0.5703	+ 104.4255		+ 51.0110	+ 0.5436	+ 51.5546
(*be*)	— 2.2061	+ 4.3570	— 1.2906	— 133.3437		— 64.2910	— 1.0835	— 65.3745
(*bf*)	+ 0.2944	+ 0.0658	— 0.1427	+ 140.6639		— 8.8289	— 1.4603	— 10.2892
(*bg*)	— 0.0276			— 69.0666				
(*bh*)	— 0.4999			— 80.1933				
(*bi*)	— 0.0055			— 52.6215				
(*bk*)	+ 0.0918		— 0.1048	+ 8.2925				
(*bl*)	+ 0.2845		+ 0.4289	+ 271.3248				
(*cc*)	+ 3.8386	+ 19.4466	+ 1.2292	+ 79.3782		+ 19.4449	+ 0.7712	+ 20.2161
(*cd*)	— 1.9448	+ 24.3366	— 0.0575	— 2.9668		— 33.9908	+ 0.0772	— 33.9136
(*ce*)	+ 3.0173	+ 18.6338	— 0.0533	+ 61.0823		+ 40.2278	— 0.4533	+ 39.7745
(*cf*)	— 0.3962	— 0.0508	— 0.0063	— 54.8096		+ 5.4687	— 0.6178	+ 4.8509
(*cg*)	+ 0.0370			+ 32.3864				
(*ch*)	+ 0.3832			+ 31.3240				
(*ci*)	+ 0.0077			+ 30.4595				
(*ck*)	— 0.1059		+ 0.0083	+ 27.6668				
(*cl*)	— 0.3892		+ 0.0176	— 22.3291				
(*dd*)	+ 7.5001	+125.7839	+ 6.8618	+ 819.5208		+189.3710	+ 5.8221	+195.1931
(*de*)	+ 0.6274	+183.2036	—18.2838	— 535.4162		—221.1900	— 0.2054	—221.3954
(*df*)	— 0.0441	— 1.0604	— 2.0287	+ 695.7673		— 29.3179	— 0.0453	— 29.3632
(*dg*)	+ 0.0040			— 328.1954				
(*dh*)	— 1.2536			— 620.6744				
(*di*)	+ 0.0022			— 230.7967				
(*dk*)	+ 0.1116		— 1.4727	+ 134.9116				
(*dl*)	— 0.0809		+ 6.0520	+1570.6845				
(*ee*)	+20.8229	+386.7300	+58.7465	+2328.3441		+509.2890	+ 4.6801	+513.9691
(*ef*)	— 2.6759	— 2.6087	+ 6.5322	—1869.0727		+ 77.3375	+ 6.3886	+ 83.7261
(*eg*)	+ 0.2503			+ 927.2899				
(*eh*)	— 0.2200			+ 647.2527				
(*ei*)	+ 0.0557			+ 695.0712				
(*ek*)	— 0.6090		+ 5.1741	— 181.8673				
(*el*)	— 2.6862		—19.4450	—3760.0814				
(*ff*)	+ 0.3440	+ 0.0184	+ 0.7264	+2044.9595		+ 11.9405	+ 8.7300	+ 20.6705
(*fg*)	— 0.0321			—1068.5067				
(*fh*)	+ 0.0221			— 664.5285				
(*fi*)	— 0.0071			— 852.8716				
(*fk*)	+ 0.0789		+ 0.5759	— 22.1046				
(*fl*)	+ 0.3452		— 2.1622	+3344 5540				
(*gg*)	+ 0.0029			+ 581.1919				
(*gh*)	— 0.0021			+ 319.8898				
(*gi*)	+ 0.0006			+ 482.7872				
(*gk*)	— 0.0073			+ 104.3211				
(*gl*)	— 0.0322			—1460.3279				
(*hh*)	+ 0.2261			+ 584.2310				
(*hk*)	— 0.0007			+ 233.9557				
(*hi*)	— 0.0147			— 88.6453				
(*hl*)	+ 0.0284			—1369.2541				

	1861—1862.	1865.	1868.	Summe. 1818—1868.		1871.	1875.	Summe. 1871—1875.
(*ii*)	+ 0.0001			+ 418.6641				
(*ik*)	— 0.0015			+ 170.2016				
(*il*)	— 0.0072			— 897.4032				
(*kk*)	+ 0.0200		+ 0.4722	+ 431.2005				
(*kl*)	+ 0.0785		— 1.7127	+1234.3131				
(*ll*)	+ 0.3464		+ 6.4363	+9607.1093				
(*an*)	+ 40.841	— 194.728	— 13.376	+ 644.399		+ 360.492	+ 6.628	+ 367.120
(*bn*)	— 24.013	+ 7.691	— 4.749	— 876.709		— 154.493	— 4.148	— 158.641
(*cn*)	+ 8.099	— 62.813	+ 5 394	+ 446.289		+ 84.704	— 0.390	+ 84.314
(*dn*)	— 55.942	— 693.336	+ 46.302	—3542.086		— 926.175	— 23.266	— 949.441
(*en*)	— 58.408	—1490.122	—124.508	+3018.492		+1065.495	— 0.646	+1064.849
(*fn*)	+ 7.214	+ 10.161	— 13.817	—4728.201		+ 139.823	— 1.835	+ 137.988
(*gn*)	— 0.664			+2406.116				
(*hn*)	+ 12.002			+2920.525				
(*in*)	— 0.165			+1930.868				
(*kn*)	+ 0.807		— 9.960	+ 229.340				
(*ln*)	+ 7.535		+ 41.213	—7217.049				
(*nn*)	+1231.57	+5864.90	+419.23	+47086.53		+5203.26	+136.76	+5340.02
(*as*)	— 1.384	+ 126.014	+ 2.909			+ 22.662	+ 0.074	+ 22.736
(*bs*)	+ 1.568	+ 97.032	— 0.494			— 26.568	— 1.403	— 27.971
(*cs*)	+ 1.899	+ 97.390	+ 0.593			+ 17.116	— 0.559	+ 16 557
(*ds*)	+ 5.279	+ 394.330	— 10.369			— 115 850	+ 4.560	— 111.290
(*es*)	+ 14.818	+ 642.737	+ 36.596			+ 405.484	+ 9.924	+ 415.408
(*fs*)	— 1.882	— 3.919	+ 4.073			+ 64.312	+ 13.745	+ 78.057
(*gs*)	+ 0.176							
(*hs*)	— 0.848							
(*is*)	+ 0.040							
(*ks*)	— 0.347		+ 3.354					
(*ls*)	— 1.912		— 12.113					
(*ns*)	— 62.690	—2422.73	— 73.486			+ 569.838	— 23.654	+ 546.184
(*as*)*	— 1.384	+ 126.016	+ 2.909	— 214.229		+ 22.665	+ 0.074	+ 22.739
(*bs*)*	+ 1.568	+ 97.042	— 0.489	+ 282.094		— 26.577	— 1.403	— 27.980
(*cs*)*	+ 1.899	+ 97.393	+ 0.593	+ 167.951		+ 17.117	— 0.559	+ 16.558
(*ds*)*	+ 5.280	+ 394.338	— 10.379	+1422.684		— 115.857	+ 4.560	— 111.297
(*es*)*	+ 14.817	+ 642.742	+ 36.597	—1516.264		+ 405.491	+ 9.924	+ 415.415
(*fs*)*	— 1.882	— 3.919	+ 4.073	+1447.605		+ 64.310	+ 13.745	+ 78.055
(*gs*)*	+ 0.176			— 360.789				
(*hs*)*	— 0.848			— 804.688				
(*is*)*	+ 0.040			+ 81.560				
(*ks*)*	— 0.345		+ 3.353	+1776.876				
(*ls*)*	— 1.912		— 12.112	+7966.233				
(*ns*)*	— 62.687	—2423.150	— 73.501	—4768.016		+ 569.846	— 23.657	+ 546.189

Die Auflösung der aus vorstehenden Zahlen für die Zeit von 1818—1868 gebildeten Endgleichungen wurde auf vier verschiedene Arten ausgeführt, um bequemer zur Kenntniss der Gewichte der Unbekannten zu gelangen. Das Eliminationsverfahren, bei welchem die Erdmasse zur letzten zu bestimmenden Unbekannten gemacht wurde, lieferte als Minimum der Fehlerquadrate $(nn_{10}) = 19600.0$, während die vollständige Umkehrung desselben $(nn_{10}) = 19668.6$ ergab. Die entsprechenden aus der Einsetzung der gefundenen Werthe in die Gleichungen abgeleiteten Zahlen sind 19607.1 und 19534.0. Obgleich im ersten Falle eine fast vollkommene Identität der beiden Summen statt findet, deren Uebereinstimmung

stimmung als massgebend für die Genauigkeit, mit der die Rechnung geführt ist, betrachtet werden muss, habe ich doch das Resultat der zweiten Elimination, aus welcher der wahrscheinliche Fehler eines Normalorts zu 9″,322 folgt, vorgezogen, weil diese mit sechsstelligen, die andere aber nur mit fünfstelligeu Tafeln ausgeführt worden ist. Die Unterschiede in den Werthen der zu ermittelnden Grössen sind natürlich fast völlig verschwindend. Die gefundenen Werthe der Unbekannten, ihre Gewichte und w. F. sind:

	log *Gew.*	*w. F.*
$\Delta\pi = +\ 2''.943$	1.40341	$\pm\ 1''.853$
$\frac{1}{10}\Delta\Omega = +\ 1.962$	2.05088	$\pm\ 0.879$
$\Delta i = -\ 2.518$	1.79741	$\pm\ 1.177$
$\Delta\varphi = +\ 1.447$	1.91780	$\pm\ 1.025$
$\Delta M = +\ 2.096$	2.46401	$\pm\ 0.546$
$10{,}000\,\Delta\mu = +32.220$	0.60724	$\pm\ 4.632$
$100{,}000\,\Delta\mu' = -29.333$	9.67628	± 13.530
$10\,\Delta\varphi' = -\ 1.796$	1.58615	$\pm\ 1.501$
$1000\,\frac{\Delta m_0}{m_0} = +91.702$	9.40568	± 18.477
$10{,}000\,\frac{\Delta m_4}{m_4} = -16.698$	1.03288	$\pm\ 2.838$
$100\,\frac{\Delta m_2}{m_2} = -\ 3.7774$	2.06678	$\pm\ 0.8631$

Bringt man diese Correctionen an die zu dem provisorischen System XVI* gehörenden Grössen an, so gelangt man für die Normalepoche zu folgendem System:

Elemente XVI.

$T_0 = 1865$ Aug. 19.0 Mittlere Berliner Zeit

$M =$	$24°46'12''.45$	$\pm 0''.546$
$\varphi =$	$57\ 48\ 43.22$	± 1.025
$\Omega =$	$334\ 32\ 38.55$	± 8.790
$\pi =$	$158\ \ 3\ 48.91$	± 1.853
$i =$	$13\ \ 3\ 51.21$	± 1.177

} M. Aequ. 1865.0

$\mu = 1073''.871812 \pm 0.0004632$

$\mu' = +0.1044184 \pm 0.0001353$

$\varphi' = -3.6796 \pm 0.1501$

$m_0(\mathrm{☿}) = \frac{1}{7636440 \pm 195907}$

$m_1(\mathrm{♀}) = \frac{1}{401839}$

$m_2(\mathrm{♁} + \mathrm{☾}) = \frac{1}{305878 \pm 2272}$

$m_3(\mathrm{♂}) = \frac{1}{2680337}$

$m_4(\mathrm{⚳}) = \frac{1}{1049.632 \pm 0.298}$

$m_5(\mathrm{♄}) = \frac{1}{3501.6}$

Darstellung der Normalörter durch die Elemente XVI.

Rechn.-Beob.

M. Par. Zeit		Δ A. R. cos Decl.		Δ Decl.	
1818 Dec.	22.25	+24″.5	— 3.319 Δ*M*	+24″.8	—0.551 Δ*M*
1819 Jan.	1.25	— 3.1	— 4.949 „	+ 5.7	—1.495 „
Jan.	12.25	—39.8	— 8.344 „	—20.7	—3.670 „
1822 Juni	2.85	+48.3	— 0.791 Δ*M*	+23.9	—2.733 Δ*M*
Juni	12.85	— 2.3	— 2.631 „	+ 4.6	—4.183 „
Juni	22.85	+18.7	— 2.932 „	+ 9.3	—7.751 „
1825 Aug.	12.6	—38.2	+ 3.352 Δ*M*	+14.9	—0.703 Δ*M*
Aug.	17.6	—34.2	+ 3.591 „	+ 9.8	—1.091 „
Aug.	22.6	—25.1	+ 3.778 „	+ 7.3	—1.524 „
Aug.	27.6	—24.5	+ 3.917 „	+ 4.2	—1.976 „
Sept.	1.6	—10.4	+ 4.037 „	+ 4.2	—2.421 „
Sept.	6.6	—16.4	+ 4.189 „	+ 4.3	—2.848 „
1828 Oct.	28.3	+11.0	+ 0.110 Δ*M*	+20.8	+2.550 Δ*M*
Nov.	8.3	+11.0	— 1.722 „	+19.0	+2.281 „
Nov.	30.3	0.0	— 6.204 „	+ 1.6	+0.037 „
Dec.	7.3	— 6.7	— 7.856 „	+ 3.3	—1.021 „
Dec.	14.3	—15.6	— 9.627 „	— 1.3	—2.237 „
Dec.	25.3	—25.9	—11.314 „	— 6.7	—3.829 „
1832 Juni	5.9	+41.5	—13.559 Δ*M*	+ 8.9	—6.675 Δ*M*
1835 Juli	30.5	—19.4	+ 3.383 Δ*M*	+12.4	—0.732 Δ*M*
M. Berl. Zeit					
1838 Sept.	23.5	+11.7	+ 2.836 Δ*M*	+24.1	+1.477 Δ*M*
Oct.	14.5	—16.7	+ 4.684 „	— 8.2	+4.560 „
Oct.	24.5	— 3.2	+ 2.736 „	—13.9	+9.881 „
Nov.	5.5	+10.4	—17.470 „	—16.0	+3.770 „
Nov.	11.5	+ 0.2	—18.646 „	—19.2	—3.494 „
Nov.	25.5	+ 7.9	—11.361 „	— 7.0	—3.941 „
1842 März	8 8^h	— 2.7	+ 0.435 Δ*M*	+ 0.5	+0.176 Δ*M*
März	22 8	+ 4.4	+ 0.622 „	— 3.4	—0.003 „
April	7 8	— 8.0	— 1.036 „	— 2.1	—1.898 „
Mai	18 16	—19.2	— 5.754 „	+ 4.7	—1.418 „
1845 Juli	10.6	+41.4	+ 2.885 Δ*M*	+ 3.7	—0.197 Δ*M*

Rechn.-Beob.

M. Berl. Zeit	Δ A. R. cos Decl.		Δ Decl.	
1848 Sept. 20 15^h	+ 1″.9	+ 4.487 ΔM	+ 1″.9	+ 0.670 ΔM
Oct. 7 15	— 9.8	+ 7.954 „	— 6.6	— 2.715 „
Oct. 26 15	— 4.7	+ 0.580 „	+ 0.8	— 7.327 „
Nov. 11 15	+ 0.1	— 0.844 „	— 1.4	— 3.130 „
1852 Jan. 20.5	+ 20.1	— 0.247 ΔM	+ 9.2	+ 0.071 ΔM
Febr. 12.5	+ 5.4	— 0.391 „	— 0.7	— 0.133 „
März 8.5	+ 25.6	— 4.231 „	+ 19.8	— 3.460 „
1855 Juli 17.0	+ 21.8	+ 2.913 ΔM	— 18.7	— 2.955 ΔM
Juli 30.0	+ 27.5	+ 3.749 „	— 19.2	— 3.468 „
Aug. 12.0	+ 29.5	+ 4.217 „	— 12.9	— 2.754 „
1858 Aug. 13.5	— 3.8	+ 2.419 ΔM	+ 9.4	+ 0.250 ΔM
Sept. 11.5	+ 7.8	+ 4.132 „	— 2.3	— 1.690 „
Oct. 5.5	+ 14.3	+ 3.349 „	— 16.9	— 3.166 „
1861 Nov. 27.5	+ 20.1	— 0.802 ΔM	+ 12.0	+ 0.413 ΔM
Dec. 28.5	+ 23.0	— 2.056 „	+ 4.6	— 0.323 „
1862 Jan. 12.0	+ 7.1	— 3.675 „	+ 6.5	— 1.313 „
März 1.5	+ 4.7	— 0.548 „	— 5.0	— 0.179 „
März 8.5	+ 4.0	— 0.334 „	+ 13.6	— 0.019 „
1865 Juni 27.0	— 1.7	— 1.240 ΔM	+ 20.0	— 7.219 ΔM
Juli 13.0	— 16.4	+ 7.376 „	+ 2.7	— 9.381 „
Juli 17.0	— 11.4	+ 8.324 „	— 6.6	— 6.695 „
Juli 22.0	— 8.0	+ 7.860 „	— 5.3	— 3.844 „
1868 Juli 27.5	+ 3.6	+ 2.471 ΔM	+ 5.9	— 0.003 ΔM
Aug. 15.5	+ 7.9	+ 3.545 „	— 1.0	— 0.993 „
Aug. 23.0	+ 11.4	+ 3.842 „	— 8.6	— 1.648 „
Aug. 30.0	+ 14.6	+ 4.044 „	— 12.0	— 2.291 „

Die übrigbleibenden Fehler sind hier als Functionen von ΔM dargestellt worden, damit sich auf den ersten Blick übersehen lässt, welche Veränderung in der Darstellung der Beobachtungen durch eine etwaige Correction der Epoche erzielt werden kann.

Im Jahre 1855 sind die bei der Rechnung benutzten Normalörter, wie gehörigen Orts nachgewiesen worden ist, durch Fehler, welche bei ihrer Ableitung begangen wurden, entstellt. Bringt man die nöthigen Correctionen an, so erhält man für dieses Jahr die folgende Darstellung:

	Δ A. R. cos Decl.	Δ Decl.
1855 Juli 17.0	+ 15″.2	— 15″.0
Juli 30.0	+ 20.1	— 15.2
Aug. 12.0	+ 20.6	— 14.7

Obgleich die Verbesserung eine beträchtliche ist, habe ich es doch nicht für der Mühe werth erachtet, desshalb die Gleichungen noch einmal aufzulösen, da die Resultate dadurch nur höchst unwesentlich geändert werden können. Die Summe der Fehlerquadrate wird: $(nn) = 18279.2$ und als mittlerer und wahrscheinlicher Fehler der Gewichtseinheit ergiebt sich:

$$m.F. = \pm 13''.32$$
$$w.F. = \pm\ 8''.99.$$

In seiner 6. Abhdl. «Über den Cometen von Pons» hat Encke die in die Jahre 1818 bis 1848 fallenden Beobachtungen des Cometen unter drei verschiedenen Annahmen darzustellen gesucht. Bei der Ableitung des ersten Elementensystems (A) wurden alle 35 hierher gehörenden Normalörter zugezogen, bei Ableitung des zweiten (B) nur die 23 zu 1828—1848 gehörenden und bei Ableitung des dritten (C) wurden von diesen weiter noch die beiden Oerter 1832 Juni 5.9 und 1842 Mai 18, welche auf Beobachtungen nach dem Perihel beruhen, ausgeschlossen. Alle Beobachtungen erhielten gleiches Gewicht. Als zu bestimmende Unbekannte wurden in die Gleichungen ausser den 6 Bahnelementen nur die Mercursmasse und die Constante des Widerstandes U eingeführt. Aus der letzteren leitet man die unten aufgeführten Werthe der von mir unabhängig von einander bestimmten Quantitäten μ' und φ' ab. Im Übrigen beruhen die drei Systeme auf den Massen, welche am Anfang von § 1 mitgetheilt sind.

Elementensysteme von Encke.

Osculation und Epoche 1829 Jan. 9.72 M. Par. Zeit.

	Elemente A.	Elemente B.	Elemente C.	
$M =$	359°59′21″.93	359°59′24″.83	359°59′25″.22	
$\varphi =$	57 38 8.67	57 38 1.50	57 38 0.45	
$\Omega =$	334 29 50.98	334 28 40.75	334 29 49.70	M. Aequ. d. Ep.
$\pi =$	157 18 25.75	157 18 10.31	157 18 6.55	M. Aequ. d. Ep.
$i =$	13 20 40.91	13 20 30.51	13 20 39.36	M. Aequ. d. Ep.
$\mu =$	1069″.851933	1069″.851827	1069″.851672	
$U =$	$\frac{1}{894.892}$	$\frac{1}{829.017}$	$\frac{1}{835.459}$	
$\mu' =$	+0″.097774	+0″.105544	+0″.104730	
$\varphi' =$	−3.471	−3.746	−3.717	
$m_0(\mathrm{☿}) =$	$\frac{1}{3271742}$	$\frac{1}{10252900}$	$\frac{1}{8234192}$	

Die Vergleichung mit den Normalörtern ergiebt:

Darstellung der Normalörter durch Encke's Elemente.

M. Par. Zeit	Elemente *A.* Δ A.R. cos Decl.	Elemente *A.* Δ Decl.	Elemente *B.* Δ A.R. cos Decl.	Elemente *B.* Δ Decl.	Elemente *C.* Δ A.R. cos Decl.	Elemente *C.* Δ Decl.
1818 Dec. 22.25	+ 14″.6	+21″.6	— 97.5	+ 0″.8	— 93″.3	+ 3″.5
1819 Jan. 1.25	— 16.9	+ 2.1	—184.8	— 53.7	—177.0	— 45.4
Jan. 12.25	— 60.1	—26.7	—343.4	—161.1	—329.7	—143.7
1822 Juni 2.85	+ 50.1	+19.9	+ 52.4	— 28.6	+ 56.8	— 24.9
Juni 12.85	+ 1.0	— 6.9	— 8.1	— 71.2	+ 0.7	— 75.3
Juni 22.85	+ 25.4	—11.8	+ 45.3	—122.5	+ 54.0	—133.9
1825 Aug. 12.6	— 25.0	+13.6	— 8.5	+ 6.5	— 6.8	+ 9.0
Aug. 17.6	— 20.2	+ 7.2	— 3.6	— 2.4	— 1.2	+ 0.6
Aug. 22.6	— 9.7	+ 2.7	+ 6.2	— 9.3	+ 9.5	— 5.8
Aug. 27.6	— 8.2	— 2.4	+ 6.5	— 16.5	+ 10.6	— 12.7
Sept. 1.6	+ 5.8	— 3.7	+ 19.3	— 19.1	+ 23.9	— 15.3
Sept. 6.6	+ 0.1	— 4.6	+ 12.3	— 20.6	+ 17.1	— 17.0
1828 Oct. 28.3	+ 10.8	+ 4.6	+ 4.7	+ 18.2	+ 2.8	+ 7.1
Nov. 8.3	+ 23.8	+ 5.6	+ 14.0	+ 16.5	+ 10.8	+ 8.2
Nov. 30.3	+ 36.1	+ 4.4	+ 14.9	+ 2.6	+ 9.3	+ 3.3
Dec. 7.3	+ 39.1	+12.4	+ 12.3	+ 4.6	+ 6.0	+ 8.6
Dec. 14.3	+ 37.1	+15.3	+ 3.5	+ 0.5	— 3.3	+ 7.8
Dec. 25.3	+ 38.1	+20.2	— 3.5	— 3.6	— 9.9	+ 7.4
1832 Juni 5.9	— 3.3	—34.3	+ 6.9	— 52.4	+ 38.8	— 78.7
1835 Juli 30.5	— 57.9	+21.8	+ 15.2	+ 1.8	+ 9.1	+ 6.7
M. Berl. Zeit						
1838 Sept. 23.5	+ 17.3	+24.5	+ 7.6	+ 28.3	+ 7.9	+ 19.2
Oct. 14.5	— 6.4	— 2.4	— 15.7	— 6.4	— 17.3	— 10.5
Oct. 24.5	+ 6.8	+ 2.9	+ 6.2	— 12.2	— 0.1	— 10.9
Nov. 5.5	— 13.0	— 6.9	+ 19.4	— 1.4	+ 4.8	— 10.4
Nov. 11.5	— 24.9	—14.8	+ 2.7	— 0.7	— 8.2	— 7.7
Nov. 24.5	— 11.8	— 5.4	— 1.3	— 4.0	— 6.1	+ 3.8
1842 März 8 8^h	+ 5.3	+ 4.5	+ 5.4	+ 1.8	+ 3.9	+ 3.3
März 22 8^h	+ 2.6	— 1.8	+ 3.6	— 4.4	+ 1.9	— 0.6
Apr. 7 8	— 24.5	—28.7	— 4.7	— 14.9	— 8.5	— 11.1
Mai 18 16	—101.7	—25.3	— 49.0	— 12.7	— 42.4	— 37.0
1845 Juli 10.6	+ 29.7	+ 5.2	+ 11.6	+ 3.1	+ 16.2	+ 5.5
1848 Sept. 20 15^h	— 20.3	— 1.4	— 3.5	+ 3.9	— 2.4	+ 0.5
Oct. 7 15	— 41.3	+ 6.2	— 10.4	— 8.8	— 3.9	— 7.7
Oct. 26 15	— 5.6	+34.6	— 18.4	0.0	— 8.8	+ 0.3
Nov. 11 15	+ 2.0	+13.8	— 14.1	— 2.5	— 9.8	+ 3.4
$(nn) =$	41970.1		9788.3		2855.3	
w. F. =	±17″.55		±10″.82		±7″.78	

Die Werthe von (nn) beziehen sich bei B und C natürlich nur auf die wirklich bei Ableitung der betreffenden Elemente benutzten Beobachtungen. Zum Beschluss werde ich noch das aus den Elementen XVI folgende System von osculirenden Elementen mit dem aus den Encke'schen Elementen A folgenden und in der 8. Abhdl. «Über den Cometen von Pons» mitgetheilten zusammenstellen. Dasselbe bezeichne ich dem eingeführten Gebrauche gemäss mit X, da es auf 10 Erscheinungen beruht.

	System X. (Encke)	**System XVI.** (Asten)	
T_{-14} = 1819 Jan. 27.25 M. Par. Zeit			
M =	359°59′52″.07	359°59′49″.68	
φ =	58 3 43.09	58 3 42.47	
Ω =	334 33 38.99	334 33 17.53	M. Aequ. 1819.0
π =	156 59 44.44	156 59 46.78	M. Aequ. 1819.0
i =	13 37 0.06	13 36 56.01	M. Aequ. 1819.0
μ =	1076″.958259	1076″.938309	
T_{-13} = 1822 Mai 24.0 M. Par. Zeit			
M =	0° 0′34″.54	0° 0′32″.15	
φ =	57 37 7.06	57 37 8.59	
Ω =	334 25 28.34	334 25 8.79	M. Aequ. d. Ep.
π =	157 12 16.85	157 12 19.19	M. Aequ. d. Ep.
i =	13 20 23.37	13 20 21.00	M. Aequ. d. Ep.
μ =	1069″.527197	1069″.535612	
T_{-12} = 1825 Sept. 16.3 M. Par. Zeit			
M =	0° 0′23″.01	0° 0′19″.37	
φ =	57 39 50.36	57 39 51.81	
Ω =	334 27 49.10	334 27 29.87	M. Aequ. d. Ep.
π =	157 15 3.18	157 15 5.65	M. Aequ. d. Ep.
i =	13 21 30.57	13 21 28.05	M. Aequ. d. Ep.
μ =	1070″.335921	1070″.338311	
T_{-11} = 1829 Jan. 9.72 M. Par. Zeit			
M =	359°59′21″.93	359°59′28″.11	
φ =	57 38 8.67	57 38 10.04	
Ω =	334 29 50.98	334 29 32.07	M. Aequ. d. Ep.
π =	157 18 25.75	157 18 28.05	M. Aequ. d. Ep.
i =	13 20 40.91	13 20 38.42	M. Aequ. d. Ep.
μ =	1069″.851933	1069″.863241	

	System X. (Encke)	System XVI. (Asten)	
	T_{-10} = 1832 Mai 4.0 M. Par. Zeit		
M =	0° 0′ 13″.09	0° 0′ 8″.26	
φ =	57 43 13.31	57 43 13.93	
Ω =	334 32 28.33	334 32 9.77	M. Aequ. d. Ep.
π =	157 21 33 54	157 21 35.95	M. Aequ. d. Ep.
i =	13 22 15.13	13 22 12.45	M. Aequ. d. Ep.
μ =	1071″.330853	1071″.347675	
	T_{-9} = 1835 Aug. 26.3 M. Par. Zeit		
M =	359°58′ 35″.54	359°58′ 46″.85	
φ =	57 40 47.02	57 40 48.06	
Ω =	334 35 18,77	334 35 0.38	M. Aequ. d. Ep.
π =	157 24 1.77	157 24 4.04	M. Aequ. d. Ep.
i =	13 21 21.58	13 21 18.96	M. Aequ. d. Ep.
μ =	1070″.756846	1070″.770606	
	T_{-8} = 1838 Dec. 19.0 M. Par. Zeit		
M =	359°59′ 43″.28	359°59′ 42″.69	
φ =	57 41 41.30	57 41 43.13	
Ω =	334 37 0.12	334 36 42.27	M. Aequ. d. Ep.
π =	157 27 36.51	157 27 38.97	M. Aequ. d. Ep.
i =	13 21 34.71	13 21 32.02	M. Aequ. d. Ep.
μ =	1071″.148705	1071″.143915	
	T_{-7} = 1842 Apr. 12.0 M. Par. Zeit		
M =	359°59′ 47″.40	359°59′ 32″.35	
φ =	57 39 12.16	57 39 13.89	
Ω =	334 39 28.81	334 39 11.20	M. Aequ. d. Ep.
π =	157 29 59.14	157 30 1.51	M. Aequ. d. Ep.
i =	13 20 32.71	13 20 30.07	M. Aequ. d. Ep.
μ =	1070″.617361	1070″.621030	
	T_{-6} = 1845 Aug 9.6 M. Par. Zeit		
M =	359°59′ 48″.54	359°59′ 51″.94	
φ =	57 56 16.06	57 56 15.83	
Ω =	334 19 51.87	334 19 36.60	M. Aequ. d. Ep.
π =	157 44 53.73	157 44 54.84	M. Aequ. d. Ep.
i =	13 7 40.26	13 7 38.87	M. Aequ. d. Ep.
μ =	1075″.313357	1075″.318179	

	System X. (Encke)	**System XVI.** (Asten)	
	T_{-5} = 1848 Nov. 26.125 M. Par. Zeit		
M =	0° 0′ 35″.45	0° 0′ 40″.29	
φ =	57 58 46.60	57 58 49.59	
Ω =	334 22 30.77	334 22 15.73	M. Aequ. d. Ep.
π =	157 47 41.12	157 47 40.36	M. Aequ. d. Ep.
i =	13 8 42.16	13 8 40.90	M. Aequ. d. Ep.
μ =	1076″.524260	1076″.429183	

System XVI (Asten).

T_{-5}' = 1849 Febr. 19.0 M. Berl. Zeit

M =	25°22′ 49″.12	
φ =	57 58 48.78	
Ω =	334 22 17.56	M. Aequ. 1849.0
π =	157 47 48.03	M. Aequ. 1849.0
i =	13 8 41.32	M. Aequ. 1849.0
μ =	1076″.433820	

T_{-4} = 1852 Juni 23.0 M. Berl. Zeit

M =	29°58′ 31″.26	
φ =	57 57 6.68	
Ω =	334 23 42.28	M. Aequ. 1852.0
π =	157 51 5.57	M. Aequ. 1852.0
i =	13 7 49.67	M. Aequ. 1852.0
μ =	1076″.369543	

T_{-3} = 1855 Oct. 6.0 M. Berl. Zeit

M =	28°59′ 5″.35	
φ =	57 57 56.55	
Ω =	334 26 16.15	M. Aequ. 1855.0
π =	157 53 12.41	M. Aequ. 1855.0
i =	13 8 4.65	M. Aequ. 1855.0
μ =	1076″.523551	

T_{-2} = 1859 Jan. 28.0 M. Berl. Zeit

M =	30°18′ 31″.61	
φ =	57 49 17.90	
Ω =	334 28 0.63	M. Aequ. 1858.0
π =	157 57 0.54	M. Aequ. 1858.0
i =	13 4 17.25	M. Aequ. 1858.0
μ =	1073″.963016	

T_{-1} = 1862 Mai 22.0 M. Berl. Zeit

$M = 31°15'\ 6''.32$
$\varphi = 57\ 51\ 17.64$
$\Omega = 334\ 30\ 57.93$
$\pi = 158\ \ 1\ \ 7.14$ } M. Aequ. 1862.0
$i = 13\ \ 4\ 57.32$
$\mu = 1074''.404629$

T_0 = 1865 Aug. 19.0 M. Berl. Zeit

$M = 24°46'\ 12''.45$
$\varphi = 57\ 48\ 43.22$
$\Omega = 334\ 32\ 38.55$
$\pi = 158\ \ 3\ 48.91$ } M. Aequ. 1865.0
$i = 13\ \ 3\ 51.21$
$\mu = 1073''.871812$

T_{+1} = 1868 Juni 14.0 M. Berl. Zeit

$M = 332°13'\ 46''.68$
$\varphi = 58\ \ 7\ \ 1.08$
$\Omega = 334\ 31\ 33.68$
$\pi = 158\ 11\ 18.25$ } M. Aequ. 1868.0
$i = 13\ \ 6\ 40.60$
$\mu = 1079''.029196$

T_{+2} = 1871 Juli 15.0 M. Berl. Zeit

$M = 309°59'\ \ 5''.90$
$\varphi = 58\ \ 8\ 22.80$
$\Omega = 334\ 34\ 19.37$
$\pi = 158\ 13\ 23.32$ } M. Aequ. 1871.0
$i = 13\ \ 7\ 20.70$
$\mu = 1079''.824622$

T_{+3} = 1874 Oct. 27.0 M. Berl. Zeit

$M = 309°41'\ 14''.77$
$\varphi = 58\ \ 8\ 48.35$
$\Omega = 334\ 36\ 53.97$
$\pi = 158\ 17\ 22.32$ } M. Aequ. 1875.0
$i = 13\ \ 7\ 16.56$
$\mu = 1079''.434257$

V.

Kritik der Resultate.

Vergleicht man die durch das System XVI gelieferte Darstellung der Beobachtungen während des Zeitraums 1818—1848 mit der durch das Encke'sche System X gegebenen, so muss man einräumen, dass eine bedeutende Verbesserung erzielt worden ist. Durch Reduction auf die von mir angewandten Gewichte wird zwar die Encke'sche Zahl $(nn) = 41970.1$ auf 31627.7 vermindert, bleibt jedoch immerhin dreimal grösser, als die aus meiner Darstellung folgende Summe der Fehlerquadrate $(nn) = 11266.8$ für dieselbe Zeit. Die Gründe, welche Encke veranlassten, gewisse Erscheinungen auszuschliessen, wie es bei Ableitung der mit B und C bezeichneten Elemente geschehen ist, können gegenwärtig nur mit grossen Restrictionen als berechtigte anerkannt werden und waren auch früher schwer verständlich. Sie kommen darauf hinaus, dass die Berechnung der Störungen für die Zeit von 1818—1828 naturgemäss mit weniger genauen Elementen ausgeführt worden ist, als für die spätere Zeit, während die Grösse der Einwirkung des Jupiter im Umlauf 1819—1822 zugleich eine ungewöhnliche war. Ausserdem musste die ursprünglich angewandte Laplace'sche Jupitersmasse später um ihren achtzigsten Theil vergrössert werden und die daher nöthig werdende Multiplication mit dem Factor $1 + \frac{1}{80}$ bewirken, dass ein etwaiger Fehler in der Berechnung der Störungen in demselben Verhältniss wuchs. Dass diese Umstände einen Einfluss auf die Genauigkeit der Resultate äussern müssen, lässt sich nicht läugnen, keines Falls kann das aber in dem Maasse der Fall sein, dass Encke dadurch berechtigt war, die zu 1818—1819, 1822 und 1825 gehörenden Beobachtungen gänzlich auszuschliessen. Höchstens könnten diese Motive gegen die Mitnahme der ersten Erscheinung von 1818—1819 geltend gemacht werden. Aber auch dagegen muss derjenige protestiren, welcher die formelle Richtigkeit der Störungsrechnung während des ersten Umlaufs zugiebt, an der Encke nicht zweifelte und auch zu zweifeln keinen Grund hatte, da seine Sorgfalt bei numerischen Rechnungen, die bei Durchsicht der Encke'schen Manuscripte Jedem in die Augen springen muss, ihm selbst am wenigsten unbekannt sein konnte. Die Genauigkeit der Elemente, mit denen die bezüglichen Rechnungen ausgeführt worden sind, ist in der That eine derartige, dass ich glaube, Jedem, der sich eingehender mit solchen Untersuchungen beschäftigt hat, müsse sich die Ueberzeugung aufdrängen, sie sei für diesen Zweck eine völlig genügende. Auch bleibt es unbegreiflich, warum die Fehler in den Störungswerthen für die älteren Perioden erst bei Verbindung der Beobachtungen nach 1838 mit den früheren in so merklicher Weise hervortreten sollten, dass dadurch der wahrscheinliche Fehler eines Normalorts von $13''.4$ auf $17''.5$ stieg. Der bei Ableitung des Systems C vorgenommenen Trennung der Beobachtungen vor und nach dem Perihel kann eine gewisse

theoretische Berechtigung nicht abgestritten werden, da, wenn die durch die Schweifentwickelung und die Ausströmungsphänome hervorgerufenen Reactionskräfte die elliptische Bewegung des Cometen in merklicher Weise beeinflussen, die Verbindung von in beiden Zweigen der Bahn angestellten Beobachtungen bei periodischen Cometen jedenfalls verworfen werden muss. A posteriori zeigt aber die Verbindung der Erscheinungen von 1818—1868 durch das System XVI, dass diese Voraussetzung nicht zutrifft. Denn die Beobachtungen nach dem Perihel werden durch dieses System keineswegs schlechter dargestellt, als die vor demselben, was andernfalls stattfinden müsste, da letztere an Zahl bedeutend überwiegen.

Ich habe diese Ausstellungen gegen die Untersuchungen Encke's nicht etwa gemacht, um die Verdienste desselben herabzusetzen, sondern um die Zweifel zu zerstreuen, welche er selbst gegen die Richtigkeit des Theils der Störungsrechnung erheben zu müssen geglaubt hat, der allein von ihm persönlich herrührt. Da ich die Encke'schen Störungswerthe unverändert beibehalten habe, war die vorhergehende Erörterung nöthig, weil sonst gegen die von mir abgeleiteten Resultate in dieser Richtung Einwendungen gemacht werden könnten. Die Ursache der erzielten bedeutenden Verbesserung in der Darstellung der Beobachtungen ist an einer Stelle zu suchen, wo sie Encke zu seiner Zeit kaum vermuthen konnte. Bei dem grossen Zutrauen, dessen sich der von ihm aus dem Venusdurchgang von 1769 abgeleitete Werth der Sonnenparallaxe $\pi = 8''.57$ so lange Zeit unter dem astronomischen Publicum erfreute, konnte es ihm am wenigsten einfallen, in der Unrichtigkeit dieser Constanten die Ursache der grossen Fehler in der Darstellung der Beobachtungen des von ihm bearbeiteten Cometen zu suchen. Und doch liegt hier der Nerv der Sache. Denn die Masse $m_2(♁ + ☾) = \frac{1}{355499}$ beruht auf dem Werthe der Sonnenparallaxe $\pi = 8''.57$, und es ist schon an einer anderen Stelle dieser Abhandlung nachgewiesen worden, dass die Theorie der Bewegung des Encke'schen Cometen auf keinen Fall unter Annahme dieser Masse mit den Beobachtungen in Uebereinstimmung gebracht werden kann. Zieht man von dem gefundenen Werthe:

$$m_2(♁ + ☾) = \frac{1}{305879 \pm 2272}$$

die Mondmasse: $m(☾) = \frac{1}{81.44} m(♁)$ ab, so erhält man zunächst:

$$m(♁) = \frac{1}{309634 \pm 2299}$$

und daraus, unter Anwendung der schon angeführten Relation:

$$\log \pi^3 = 8.35488 + \log m(♁)$$

die Sonnenparallaxe:

$$\pi = 9''.009 \pm 0''.022.$$

Ein weit kleinerer, jedoch durchaus nicht unwesentlicher, Theil der Verbesserung fällt auf die Veränderung des Bessel'schen Werthes der Jupitersmasse, wesshalb auch dem für diese Masse gefundenen Werth:

$$m_4(♃) = \frac{1}{1049.632 \pm 0.298}$$

ein beträchtliches Gewicht nicht abzusprechen ist. Es ist nicht uninteressant, hier diejenigen Bestimmungen der Jupitersmasse zusammenzustellen, welche seit den Zeiten von Laplace ausgeführt worden sind. Es fanden:

Airy aus Distanzen des 4. Satelliten:	$m(♃) =$	$\frac{1}{1046.77}$
Santini aus Distanzen des 4. Satelliten:	„	$\frac{1}{1051.9}$
Bessel aus Distanzen aller 4 Satelliten:	„	$\frac{1}{1047.879 \pm 0.158}$
Nicolai aus der Theorie der Juno:	„	$\frac{1}{1053.9}$
Encke aus der Theorie der Vesta:	„	$\frac{1}{1050.1}$
Hansen aus der Theorie der Egeria:	„	$\frac{1}{1051.1}$
Becker aus der Theorie der Amphitrite:	„	$\frac{1}{1047.37 \pm 1.311}$
Krüger aus der Theorie der Themis:	„	$\frac{1}{1047.538 \pm 0.052}$
Möller aus der Theorie des Faye'schen Cometen:	„	$\frac{1}{1047.788 \pm 0.185.}$

Die Genauigkeit der Bestimmungen, deren *w. F.* nicht angegeben sind, ist natürlich eine sehr verschiedene. Im Allgemeinen wird man annehmen müssen, dass sie sehr viel geringer ist, als die der Resultate von Bessel, Krüger und Möller. Im III. Jahrgang der Vierteljahrsschrift der astr. Ges. pag. 91 macht Herr Wagner noch einige Angaben, welche, obgleich sie nicht zu einer wirklichen Ableitung der Masse geführt haben, doch auf eine Verringerung des gebräuchlichen Bessel'schen Werthes hindeuten, so dass gegen die Zulässigkeit des von mir gefundenen Werthes der Jupitersmasse sich schwerlich erhebliche Einwendungen machen lassen können.

Merkwürdig ist der gefundene Werth der Mercursmasse:

$$m_0(☿) = \frac{1}{7636440 \pm 195907}$$

unter Anderem wegen seiner Kleinheit. Die Dichtigkeit des Mercur ergiebt sich daraus zu 0.80 der Dichtigkeit der Erde. Die Sicherheit der Bestimmung muss als eine sehr grosse bezeichnet werden, da sie sich auf 3 starke Annäherungen des Cometen an den Planeten stützt. Dieselben waren:

1835 Aug. 23.5	Entfernung des	☄ v. ☿	$= 0.120$
1848 Nov. 22.6	„	„	$= 0.039$
1858 Oct. 25.1	„	„	$= 0.095.$

Encke's Resultate verlieren dieser Bestimmung gegenüber natürlich jede Bedeutung und in Bezug auf die von Le Verrier abgeleitete Masse:

$$m(☿) = \frac{1}{4360000}$$

ist zu bemerken, dass alle seine übrigen Resultate durch die Substitution der von mir gefundenen Masse kaum verändert werden würden.

Obgleich aus dem Gesagten eigentlich schon zur Genüge hervorgeht, welches Gewicht den Resultaten in Bezug auf die 3 Planetenmassen gebührt, habe ich es doch nicht für überflüssig erachtet, die Sache in ein noch klareres Licht zu stellen, indem ich die übrigen in die Bedingungsgleichungen eingeführten Quantitäten, sowie die Fehler der Normalörter als Functionen der 3 Massen entwickelte. Unter der Bezeichnung:

$$1000\,\frac{\Delta m_0}{m_0} = \Delta ☿$$
$$100\,\frac{\Delta m_2}{m_2} = \Delta ♁$$
$$10{,}000\,\frac{\Delta m_4}{m_4} = \Delta ♃$$

erhält man:

$\Delta\pi =$	$+\ 2''.943$	$+0''.0188\,\Delta ☿$	$+\ 0''.8474\,\Delta ♁$	$+0''.0491\,\Delta ♃$
$\frac{1}{10}\Delta\Omega =$	$+\ 1.962$	$+0.0122$ „	$+\ 0.1275$ „	$+0.0463$ „
$\Delta i =$	$-\ 2.518$	-0.0046 „	$-\ 0.0015$ „	-0.0933 „
$\Delta\varphi =$	$+\ 1.447$	-0.0444 „	$-\ 0.8138$ „	-0.1417 „
$\Delta M =$	$+\ 2.096$	$+0.0200$ „	$+\ 0.3051$ „	$+0.0323$ „
$10{,}000\,\Delta\mu =$	$+32.220$	-0.3855 „	$-\ 7.5527$ „	-2.0436 „
$100{,}000\,\Delta\mu' =$	-29.333	-1.5688 „	-11.7740 „	-3.9603 „
$10\,\Delta\varphi' =$	$-\ 1.796$	-0.0539 „	$-\ 1.2786$ „	-0.2285 „

Darstellung der Fehler der Normalörter als Functionen der drei Planetenmassen.

M. Par. Zeit	Δ A. R. cos Decl.				Δ Decl.			
1818 Dec. 22.25	+24″.5	+0.333Δ☿	+ 6.21Δ♁	+0.17Δ♃	+24″.8	−0.004Δ☿	−0.39Δ♁	−0.35Δ♃
1819 Jan. 1.25	− 3.1	+0.506 »	+ 9.54 »	+0.47 »	+ 5.7	+0.109 »	+2.01 »	−0.11 »
Jan. 12.25	−39.8	+0.854 »	+16.22 »	+1.00 »	−20.7	+0.356 »	+6.58 »	+0.34 »
1822 Juni 2.85	+48.3	−0.028Δ☿	− 1.22Δ♁	−0.07Δ♃	+23.9	+0.119Δ☿	+1.82Δ♁	+0.21Δ♃
Juni 12.85	− 2.3	−0.012 »	− 1.75 »	−0.04 »	+ 4.6	+0.170 »	+2.95 »	+0.27 »
Juni 22.85	+18.7	−0.060 »	− 4.06 »	−0.16 »	+ 9.3	+0.286 »	+4.81 »	+0.41 »
1825 Aug. 12.6	−38.2	−0.045Δ☿	− 1.03Δ♁	−0.18Δ♃	+14.9	+0.000Δ☿	+0.12Δ♁	+0.02Δ♃
Aug. 17.6	−34.2	−0.043 »	− 0.92 »	−0.16 »	+ 9.8	+0.004 »	+0.23 »	+0.05 »
Aug. 22.6	−25.1	−0.038 »	− 0.82 »	−0.15 »	+ 7.3	+0.011 »	+0.32 »	+0.06 »
Aug. 27.6	−24.5	−0.031 »	− 0.65 »	−0.11 »	+ 4.2	+0.015 »	+0.35 »	+0.09 »
Sept. 1.6	−10.4	−0.022 »	− 0.46 »	−0.08 »	+ 4.2	+0.016 »	+0.32 »	+0.07 »
Sept. 6.6	−16.4	−0.013 »	− 0.24 »	−0.05 »	+ 4.3	+0.015 »	+0.26 »	+0.07 »
1828 Oct. 28.3	+11.0	−0.015Δ☿	− 0.41Δ♁	−0.16Δ♃	+20.8	−0.064Δ☿	−0.18Δ♁	−0.51Δ♃
Nov. 8.3	+11.0	−0.028 »	− 1.10 »	−0.08 »	+19.0	−0.070 »	−0.42 »	−0.51 »
Nov. 30.3	0.0	−0.066 »	− 2.66 »	+0.15 »	+ 1.6	+0.003 »	−1.19 »	−0.29 »
Dec. 7.3	− 6.7	+0.021 »	− 3.27 »	+0.24 »	+ 3.0	−0.068 »	−1.47 »	−0.17 »
Dec. 14.3	−15.6	−0.057 »	− 3.92 »	+0.32 »	− 1.3	−0.068 »	−1.81 »	−0.06 »
Dec. 25.3	−25.9	−0.123 »	− 4.68 »	+0.33 »	− 6.7	−0.061 »	−2.17 »	+0.09 »
1832 Juni 5.9	+41.5	−0.447Δ☿	− 1.98Δ♁	−1.05Δ♃	+ 8.9	−0.141Δ☿	+2.48Δ♁	−0.50Δ♃
1835 Juli 30.5	−19.4	−0.030Δ☿	− 0.80Δ♁	+0.47Δ♃	+12.4	−0.005Δ☿	+0.14Δ♁	−0.10Δ♃

M. Berl. Zeit	Δ A. R. cos Decl.				Δ Decl.			
1838 Sept.23.5	+11.7	+0.050ΔQ	+ 0.52Δ♁	+0.06Δ♀	+24.1	−0.027ΔQ	−0.28Δ♁	−0.13Δ♀
Oct. 14.5	−16.7	+0.075 »	+ 0.67 »	+0.11 »	− 8.2	−0.008 »	−0.32 »	−0.03 »
Oct 24.5	− 3.2	−0.034 »	+ 0.70 »	+0.01 »	−13.9	+0.056 »	−0.08 »	+0.19 »
Nov. 5.5	+10.4	−0.154 »	− 0.09 »	−0.69 »	−16.0	+0.025 »	+0.06 »	−0.18 »
Nov. 11.5	+ 0.2	−0.184 »	− 0.24 »	−0.74 »	−19.2	−0.064 »	−0.39 »	−0.45 »
Nov. 24.5	+ 7.9	−0.110 »	+ 0.01 »	−0.46 »	− 7.0	−0.056 »	−0.39 »	−0.23 »
1842 März 8.8h	− 2.7	+0.003ΔQ	− 0.24Δ♁	+0.04Δ♀	+ 0.5	−0.003ΔQ	−0.13Δ♁	−0.02Δ♀
März 22.8	+ 4.4	−0.003 »	− 0.51 »	−0.03 »	− 3.4	+0.001 »	0.00 »	+0.02 »
Apr. 7.8	− 8.0	+0.002 »	+ 0.56 »	+0.03 »	− 2.1	+0.021 »	+1.46 »	+0.09 »
Mai 18.16	−19.2	+0.158 »	+ 4.27 »	+0.34 »	+ 4.7	+0.006 »	+1.61 »	−0.15 »
1845 Juli 10.6	+41.4	−0.018ΔQ	− 1.97Δ♁	−2.32Δ♀	+ 3.7	+0.003ΔQ	+0.13Δ♁	+0.11Δ♀
1848 Sept.20.15h	+ 1.9	−0.384ΔQ	− 2.28Δ♁	−2.00Δ♀	+ 1.9	−0.107ΔQ	−0.86Δ♁	−0.50Δ♀
Oct. 7.15	− 9.8	−0.759 »	− 5.53 »	−3.51 »	− 6.6	+0.191 »	+0.91 »	+1.08 »
Oct. 26.15	− 4.7	−0.121 »	− 1.60 »	−0.14 »	+ 0.8	+0.701 »	+5.55 »	+2.95 »
Nov. 11.15	+ 0.1	+0.065 »	+ 0.26 »	+0.48 »	− 1.4	+0.320 »	+2.60 »	+1.24 »
1852 Jan. 20.5	+20″.1	+0.037ΔQ	+ 0.74Δ♁	+0.06Δ♀	+ 9″.2	+0.004ΔQ	+0.32Δ♁	−0.08Δ♀
Febr. 12.5	+ 5.4	+0.034 »	+ 0.66 »	+0.05 »	− 0.7	+0.013 «	+0.38 »	−0.05 »
März 8.5	+25.6	+0.123 »	+ 2.33 »	+0.47 »	+19.8	+0.108 «	+1.92 »	+0.40 »
1855 Juli 17.0	+15.2	+0.068ΔQ	+ 0.44Δ♁	+0.77Δ♀	−15.0	−0.049ΔQ	−0.23Δ♁	−0.71Δ♀
Juli 30.0	+20.1	+0.062 »	+ 0.17 »	+0.97 »	−15.2	−0.050 »	−0.16 »	−0.86 »
Aug. 12.0	+20.6	+0.039 »	− 0.09 »	+1.07 »	−14.7	−0.034 »	−0.14 »	−0.70 »
1858 Aug. 13.5	− 3.8	+0.202ΔQ	+ 3.70Δ♁	+1.03Δ♀	+ 9.4	+0.002ΔQ	+0.69Δ♁	−0.01Δ♀
Sept. 11.5	+ 7.8	+0.281 »	+ 4.69 »	+1.50 »	− 2.3	−0.134 »	−2.11 »	−0.76 »
Oct. 5.5	+14.3	+0.206 »	+ 3.14 »	+1.15 »	−16.9	−0.191 »	−3.10 »	−1.15 »
1861 Nov. 27.5	+20.1	+0.025ΔQ	+ 0.62Δ♁	+0.06Δ♀	+12.0	+0.078ΔQ	+1.82Δ♁	+0.08Δ♀
Dec. 28.5	+23.0	−0.083 »	− 1.56 »	−0.35 »	+ 4.6	+0.022 »	+0.54 »	−0.08 »
1862 Jan. 12.0	+ 7.1	−0.197 »	− 3.78 »	−0.75 »	+ 6.5	+0.008 »	−0.80 »	−0.30 »
März 1.5	+ 4.7	−0.063 »	− 1.00 »	−0.22 »	− 5.0	−0.028 »	−0.44 »	−0.06 »
März 8.5	+ 4.0	−0.050 »	− 0.73 »	−0.19 »	+13.6	−0.024 »	−0.27 »	−0.04 »
1865 Juni 27.0	− 1.7	+0.158ΔQ	+ 2.14Δ♁	+0.63Δ♀	+20.0	−0.119ΔQ	−1.92Δ♁	−0.09Δ♀
Juli 13.0	−16.4	+0.111 »	+ 1.55 »	+0.29 »	+ 2.7	−0.001 »	−0.38 »	+0.39 »
Juli 17.0	−11.4	+0.049 »	+ 0.82 »	+0.03 »	− 6.6	+0.026 »	+0.02 »	+0.41 »
Juli 22.0	− 8.0	−0.009 »	+ 0.13 »	−0.19 »	− 5.3	+0.024 »	+0.10 »	+0.33 »
1868 Juli 27.5	+ 3.6	+0.026ΔQ	− 0.34Δ♁	−0.10Δ♀	+ 5.9	−0.008ΔQ	+0.02Δ♁	−0.09Δ♀
Aug. 15.5	+ 7.9	−0.016 »	− 1.65 »	−0.22 »	− 1.0	0.000 »	+0.48 »	+0.02 »
Aug. 23.0	+11.4	−0.037 »	− 2.21 »	−0.26 »	− 8.6	+0.014 »	+0.97 »	+0.06 »
Aug. 30.0	+14.6	−0.055 »	− 2.70 »	−0.27 »	−12.0	+0.032 »	+1.55 »	+0.13 »

Vor Allem wird es interessant sein, zu untersuchen, wie die Substitution der Newcomb'schen Sonnenparallaxe $\pi = 8''.848$ an Stelle des die Summe der Fehlerquadrate zum Minimum machenden Werthes $\pi = 9''.009$ die Darstellung der Beobachtungen alteriren würde. Aus der Constanten $\pi = 8''.848$ finden wir:

$$m(♁) = \frac{1}{326848}$$

$$m(♁ + ☾) = \frac{1}{322883} = \frac{1.101015}{355499}$$

während die in vorliegender Abhandlung dargelegte Untersuchung ergeben hat:

$$m(♁ + ☾) = \frac{1.162226}{355499}.$$

Wir haben daher in obige Ausdrücke einzusetzen:

$$\Delta ♁ = -6.1211$$

Die Massen des Mercur und des Jupiter müssen dann aber auch so verändert werden, dass sie in Verbindung mit der Newcomb'schen Erdmasse ein Minimum der Fehlerquadrate hervorbringen. Zu dem Ende haben wir aus den bei Auflösung nach der Methode der kleinsten Quadrate gewonnenen Endgleichungen die Relationen:

$$\Delta ♀ = +1.3152\,\Delta ♃$$
$$\Delta ☿ = -3.9730\,\Delta ♀ - 11.0762\,\Delta ♃.$$

Wir erhalten daraus:

$$\Delta ♀ = -\ 8.052,\ m(♀) = \frac{1}{1050.478}$$
$$\Delta ☿ = +99.784,\ m(☿) = \frac{1}{6707200}$$

Setzt man in die Ausdrücke der Fehler der Normalörter statt der strengen Werthe ein:

$$\Delta ☿ = +100$$
$$\Delta ♃ = -\ 6$$
$$\Delta ♀ = -\ 8,$$

so erhält man die folgende Darstellung, welche also die beste ist, welche man bei Annahme der Sonnenparallaxe $\pi = 8''.848$ erreichen kann:

Darstellung der Normalörter unter Annahme von $\pi = 8''.848$.

M. Par. Zeit		Rechn.-Beob. Δ A. R. cos Decl.	Δ Decl.
1818 Dec.	22.25	+19″.1	+29″.5
1819 Jan.	1.25	−13.5	+ 5.4
Jan.	12.25	−59.7	−27.3
1822 Juni	2.85	+53.4	+23.2
Juni	12.85	+ 7.3	+ 1.7
Juni	22.85	+38.4	+ 5.7
1825 Aug.	12.6	−35.1	+14.0
Aug.	17.6	−31.7	+ 8.4
Aug.	22.6	−22.8	+ 6.0
Aug.	27.6	−22.8	+ 2.9
Sept.	1.6	− 9.2	+ 3.3
Sept.	6.6	−15.9	+ 3.6
1828 Oct.	28.3	+13.3	+19.6
Nov.	8.3	+15.4	+18.6
Nov.	30.3	+ 8.2	+11.3
Dec.	7.3	+13.1	+ 6.4
Dec.	14.3	− 0.4	+ 3.3
Dec.	25.3	−12.7	− 0.5
1832 Juni	5.9	+17.1	−16.1
1835 Juli	30.5	−21.4	+11.9

M. Berl. Zeit		Rechn.-Beob. Δ A. R. cos Decl.	Δ Decl.
1838 Sept.	23.5	+13″.1	+24″.1
Oct.	14.5	—14.1	— 6.9
Oct.	24.5	—10.9	— 9.3
Nov.	5.5	+ 1.0	—12.5
Nov.	11.5	— 0.9	—19.7
Nov.	24.5	+ 0.5	— 8.5
1842 März	8 8^h	— 1.3	+ 1.4
März	22 8	+ 7.4	— 3.5
April	7 8	—11.4	— 9.5
Mai	18 16	—31.7	— 3.2
1845 Juli	10.6	+70.0	+ 2.3
1848 Sept.	20 15^h	— 6.8	+ 0.4
Oct.	7 15	—24.4	— 1.5
Oct.	26 15	— 6.1	+14.1
Nov.	11 15	+ 1.2	+ 4.1
1852 Jan.	20.5	+18.9	+ 8.3
Febr.	12.5	+ 4.4	— 1.3
März	8.5	+20.1	+15.9
1855 Juli	17.0	+13.2	—12.8
Juli	30.0	+17.5	—12.3
Aug.	12.0	+16.4	—10.7
1858 Aug.	13.5	—14.0	+ 5.6
Sept.	11.5	— 4.2	+ 3.1
Oct.	5.5	+ 6.9	— 8.2
1861 Nov.	27.5	+18.4	+ 8.3
Dec.	28.5	+26.9	+ 4.2
1862 Jan.	12.0	+16.1	+14.5
März	1.5	+ 6.2	— 4.7
März	8.5	+ 4.9	+13.1
1865 Juni	27.0	— 3.7	+20.3
Juli	13.0	—16.9	+ 1.8
Juli	17.0	—11.6	— 7.4
Juli	22.0	— 8.2	— 6.1
1868 Juli	27.5	+ 9.0	+ 5.9
Aug.	15.5	+18.0	— 4.1
Aug.	23.0	+23.1	—13.5
Aug.	30.0	+27.5	—19.1

Die Summe der mit den Gewichten multiplicirten Fehlerquadrate wird: $(nn) = 23571.9$, ist also um 5292.7 gewachsen. Der w. F. eines Normalorts ergiebt sich daraus zu: 10″.16.

Wesentlich schlechter werden eigentlich nur die Rectascensionen von 1842 Mai 18, 1845 Juli 10, 1848 Oct. 7 und einige Normalörter im Jahre 1868 dargestellt. Bedenklich ist namentlich der Fehler von 70″.0 in der Rectascension 1845 Juli 10. Derselbe würde ein schwer wiegendes Argument gegen die Richtigkeit des Werthes $\pi = 8''.848$ darbieten, wenn bei der günstigsten Annahme für die Sonnenparallaxe hier nicht auch ein Fehler von 41″.4 aufträte, der, wenn man nach der Uebereinstimmung der vier Beobachtungen, auf denen dieser Normalort beruht, urtheilen will, jedenfalls auch viel zu gross ist. Diese 4 Beobachtungen, die einzigen, welche in dieser Erscheinung überhaupt erhalten wurden, und ihre Unterschiede von einer vorläufigen Ephemeride sind:

Ort der Beob.	Datum	M. Berl. Zeit	Beob. A.R.	Beob. Decl.	ΔA.R.	ΔDecl.	Beob.
Philadelphia	1845 Juli 4	$20^h 41^m 32^s.6$	75°29′54″.4	+29°26′55″.1	−37″.2	−23″.2	Walker
Rom	„ 9	14 54 39.6	82 45 42.4	+29 41 26.5	−48.0	+12.7	de Vico
Washington	„ 10	21 17 52.0	84 48 36.5	+29 41 25.2	−39.6	+ 1.4	Coffin
Rom	„ 14	14 51 13.3	91 8 41.7	+29 28 2.1	−31.2	+ 8.2	de Vico

Angenommen wurde:

$$\Delta \text{A.R.} = -36''.0, \quad \Delta \text{Decl.} = +7''.2.$$

Wollte man Bessels Jupitersmasse beibehalten, so hätte man, um das Minimum der Fehlerquadrate zu erzielen, zu setzen:

$$\Delta ♀ = +16.698$$
$$\Delta ♃ = + 1.662$$
$$\Delta ☿ = -84.75$$

Die Sonnenparallaxe würde dadurch auf $\pi = 9''.06$ anwachsen, während die Mercursmasse bis nahezu auf den Werth vermindert werden müsste, welcher den provisorischen Elementen XVI* zu Grunde liegt. Bei Beibehaltung von Bessels Jupitersmasse und der Sonnenparallaxe von Newcomb hätte man anzunehmen:

$$\Delta ☿ = + 1.48$$
$$\Delta ♃ = - 6.121$$
$$\Delta ♀ = +16.698$$

Die Mercursmasse würde also ganz ungeändert bleiben. Die nähere Untersuchung dieser Combinationen überlasse ich denjenigen, welche sich dafür interessiren, selbst.

Fragen wir uns nun, ob die Elemente XVI die Normalörter so darstellen, dass die übrig bleibenden Fehler, als die wirklichen Beobachtungsfehler betrachtet werden dürfen, so muss die Antwort verneinend lauten. Dieses Urtheil gründet sich weniger auf die Grösse der Fehler, als auf den Umstand, dass ihr Gang in den meisten Fällen auf kleine Correctionen hinweist, welche die berechneten Perihelzeiten oder Werthe von M in den einzelnen Erscheinungen bedürfen. Die Ermitteluug dieser Correctionen führt zu der folgenden Tabelle, welche die Werthe von ΔM, ihre wahrscheinlichen Fehler und die wahrscheinlichen Fehler der einzelnen Reihen von Normalörtern enthält.

	Δ M.		w. F. e. N. O.
1818—1819	—2″.6	±1″.4	±14″.9
1822	+2.4	±1.6	±15.9
1825	+5.6	±0.7	± 7.0
1828	—1.7	±0.3	± 5.9
1832	+2.7		
1835	+6		
1838	+0.3	±0.3	± 9.1
1842	—3.2	±0.5	± 3.3
1845	—14		
1848	+0.2	±0.2	± 3.1
1852	+5.9	±1.2	± 6.3
1855	—5.0	±0.1	± 1.0
1858	—2.7	±0.8	± 5.3
1861—1862	+4.6	±1.6	± 7.1
1865	+1.1	±0.3	± 6.4
1868	—2.8	±0.4	± 2.7

Die Summe der nach Anbringung dieser Correctionen übrig bleibenden und mit den angenommenen Gewichten multiplizirten Fehlerquadrate wird 7639, woraus der w. F. der Gewichtseinheit zu: ±5″.8 folgt, während wir $w.F. = \pm 9''.0$ durch die Elemente XVI gefunden haben. Wäre es gelungen, die Übereinstimmung zwischen den Erfahrungsdaten und der Theorie bis etwa auf den durch die erstere Zahl angedeuteten Punkt zu treiben, so würde nach meiner Ansicht den Beobachtungen des Cometen in aller nur wünschenswerthen und möglichen Weise genügt worden sein. Die Mängel der Theorie werden durch das obige Tableau der Fehler von M anschaulich gemacht. Die Genauigkeit der gefundenen Correctionen wird mit ziemlicher Sicherheit durch ihre w. F. gemessen werden können. Die Angabe der letzteren ist für die Jahre 1832, 1835 und 1845 unterblieben, weil für diese Erscheinungen nur ein einziger Normalort vorliegt und überdies, wenigstens für 1835 und

1845, die Bestimmung von ΔM aus einer der beiden Coordinaten ein fast verschwindendes Gewicht hat.

Sich eine bestimmte Ansicht über die Ursachen zu bilden, welche diese Fehler in M erzeugt haben, ist nicht leicht. Als Fehlerquellen sind vorzüglich zu erwähnen: Die Unsicherheit der speciellen Störungswerthe, die Fehlerhaftigkeit der bei Verbesserung der Erdstörungen angewandten absoluten Störungen von Hansen, ein etwaiger Fehler der Venusmasse und endlich die Unkenntniss der Gesetze, nach welchen die aussergewöhnliche Störung, der der Comet ausgesetzt ist, wirkt, in Folge deren wir uns gezwungen gesehen haben, eine ganz willkührliche Annahme zu machen, welche der Natur der Vorgänge keines Falls entsprechen kann.

Ich sehe keinen Grund ein, warum man nicht in der zuerst angeführten Ursache die einzige oder wenigstens die Hauptfehlerquelle suchen sollte, ohne dass desshalb den Berechnern der Störungen, nämlich Encke, Bremiker, Spörer, d'Arrest und mir ein gegründeter Vorwurf gemacht werden könnte. Es handelte sich hier um die Bestimmung der Bewegung eines Himmelskörpers, der sich im Perihel der Sonne bis auf 0.33 nähert, im Aphel aber sich um das Vierfache des Erdbahnhalbmessers von ihr entfernt. Dadurch war man gezwungen, häufig mit den Intervallen bei Ableitung der Störungen zu wechseln und diese unter Umständen ungewöhnlich klein anzunehmen. Für jeden der störenden Planeten, mit Ausnahme des Mercur, waren die Coefficienten der Differentialgleichungen für etwa je 100 Zeitmonate während jeder Periode zu bestimmen, für Mercur im Allgemeinen etwa für je 24. Bedenkt man dabei, dass die Rechnung sich auf einen Zeitraum von 50 Jahren erstreckt, so lässt sich ermessen, aus welch ungeheuerer Zahl von Incrementen sich die Störungswerthe zusammensetzen. Der Natur der Sache nach kann jedes einzelne dieser Incremente aber in der letzten Stelle oder in den letzten Stellen nicht ganz exact sein, selbst wenn alle nur erdenkliche Sorgfalt auf die Rechnung verwandt wurde. Die Cumulirung dieser Fehler wird aber die Störungswerthe um so unsicherer machen, je länger der Zeitraum ist, den die Rechnung umfasst. Theoretisch könnte man diese Fehlerquelle freilich unwirksam machen, wenn man mehr Decimalstellen ansetzte, allein practisch hört dieses Mittel über eine gewisse Grenze hinaus auf, anwendbar zu sein, da die Arbeit dadurch in nicht zu bewältigender Weise gesteigert werden würde. Vor Allem werden sich die Mängel der Methode, die Störungen durch successive Summationen zu ermitteln, natürlich in der mittleren Bewegung äussern, und ich möchte es beim Encke'schen Cometen fast für unmöglich halten, die für die einzelnen Erscheinungen osculirenden Werthe dieses Elements bis unter die Gränze von einigen Tausendsteln der Secunde exact zu erhalten. Die Zulassung einer solchen Unsicherheit reicht aber völlig aus, die fraglichen Fehler von M zu erklären.

Nichtsdestoweniger verdienen auch die 3 anderen Fehlerquellen eine kurze Beleuchtung. Was die zweite betrifft, so sieht man aus der Darstellung von ΔM als Function der Erdmasse (§ II), dass diese im Maximum mit einem Factor von 63″ multiplicirt auftritt.

Da die gefundene Correction der Erdmasse etwa $\frac{1}{6}$ beträgt, so kommen von diesem Coefficienten 10″.5 zur Geltung. Nun beträgt die Unsicherheit der durch den Hansen'schen Ausdruck berechneten Werthe von $n\delta z$ im Maximum etwa $\frac{1}{8}$ des Gesammtbetrages. Diese Unsicherheit kann daher keine grösseren Fehler als solche von 1″.25 in dem in Frage stehenden Elemente erzeugen. In Bezug auf den Einfluss der Venusmasse lassen sich nur Muthmassungen aufstellen. Setzt man die Unsicherheit des angenommenen Werthes zu $\frac{1}{40}$ und nimmt ferner an, dass die Venusmasse mit nicht grösseren Multiplicatoren auftritt, als die Erdmasse, eine Annahme, die ihre Rechtfertigung in dem Umstande findet, dass der Einfluss beider Planeten auf die Bewegung des Encke'schen Cometen, wie man aus der Encke'schen Zusammenstellung der Störungswerthe ersehen kann, etwa von derselben Ordnung ist, so finden wir, dass hieraus ebenfalls höchstens Fehler von 1″.25 entstehen können. Beide Ursachen zusammengenommen können die Darstellung der M also schwerlich mehr, als um den Betrag von $\sqrt{2}\ 1''.25 = 1''.7$ afficiren und reichen daher zur Erklärung der wirklich übrig bleibenden Fehler bei Weitem nicht aus.

Die Beleuchtung des zuletzt erwähnten Punktes führt uns zur Besprechung eines noch unerörterten höchst wichtigen Theiles des Gesammtresultats. Als Zahlenwerth der bei jeder Perihelpassage eintretenden empirischen Störung der Elemente μ und φ wurde gefunden:

$$\mu' = +0''.1044184 \quad \pm 0''.0001353$$
$$\varphi' = -3''.680 \quad \pm 0''.150$$

Beide Quantitäten stehen fast genau in dem Zahlenverhältniss zu einander, welches die Encke'sche Hypothese des Widerstandes erfordert. Unter der Annahme, dass die Dichtigkeit des widerstehenden Mittels umgekehrt proportional dem Quadrate des Abstandes von der Sonne variire, und dass dasselbe der Bewegung eines sich in ihm bewegenden Körpers einen Widerstand entgegensetze, der proportional dem Quadrate der Geschwindigkeit desselben wirkt, lässt sich die eine der beiden Quantitäten aus der anderen theoretisch ableiten. Auf diese Weise berechnet man aus der Constanten μ':

$$\varphi' = -3''.705.$$

Die Übereinstimmung zwischen Theorie und Beobachtung ist hier so frappant, dass man darin das wichtigste Argument für die Richtigkeit der Encke'schen Hypothese finden muss. Natürlich soll damit nicht behauptet werden, dass sie eine erschöpfende Erklärung für alle besonderen Einwirkungen liefert, denen die Bewegung des Cometen vielleicht sonst noch ausgesetzt ist. Die Veränderungen in der Dichtigkeit des Cometenkörpers und die Veränderungen seiner Gestalt sind uns unbekannt und werden es der Natur der Sache nach wohl für immer bleiben. Beide Umstände müssen aber die Gesetze modificiren, nach welchen der Widerstand wirkt. Ob diese Modificationen aber von der Art sind, dass sie in den Positionsbestimmungen merklich werden können, ist eine Frage, welche vorläufig noch offen bleiben muss. Freilich wäre es ein bequemes Auskunftsmittel, die Ursache der in der Dar-

stellung der Beobachtungen übrig bleibenden Fehler in solchen der Rechnung nicht zu unterwerfenden Einflüssen zu suchen. Dazu zu greifen, solange die Unsicherheit gewisser Rechnungselemente nicht als völlig bedeutungslos betrachtet werden darf, und sogar die Genauigkeit der numerischen Rechnung bis auf Grössen von der Ordnung der in Frage kommenden Fehler nicht verbürgt werden kann, wäre aber dem Geiste wissenschaftlicher Forschung zuwider.

Jetzt, nachdem wir uns entschlossen haben, nicht nur das Thatsächliche der auf den Cometen wirkenden besonderen Kräfte zu betrachten, sondern uns für eine bestimmte Hypothese entschieden haben, welche die Wirkungsart dieser Kräfte erklärt, kann die Art und Weise, wie die empirische Störung in das Problem eingeführt wurde, nicht mehr als gänzlich vorwurfsfrei angesehen werden. Es hätten zunächst die Störungen der Elemente μ und φ aus den angenommenen Gesetzen des Widerstandes wirklich entwickelt und mit den so gewonnenen Werthen die Rechnung wiederholt werden müssen. Dürften die Elemente des Cometen als constant betrachtet werden, so würde diese Rechnung freilich in allen wesentlichen Stücken mit der früheren zu identischen Resultaten geführt haben. Allein sobald man die Veränderungen berücksichtigt, welche die Elemente des Cometen durch die planetarischen Störungen nnd durch den Widerstand selbst erleiden, wird man für die Quantitäten μ' und φ' in den einzelnen Umläufen nicht mehr dieselben Werthe erhalten. Da die Schwankungen der Quantität μ', welche allein in Betracht kommen kann, gegen einen Mittelwerth einige wenige Tausendstel der Secunde jedoch nicht überschreiten können, und etwa von derselben Ordnung sein werden, wie die supponirte Unsicherheit der numerischen Störungsrechnungen, habe ich es vorläufig für überflüssig gehalten, meine Untersuchungen wegen dieses Umstandes abzuändern. Sollte ich im Laufe der Zeit, wie es unter Umständen in meiner Absicht liegt, die sämmtlichen Störungsrechnungen einer gründlichen Revision unterwerfen, so wird dann auch der richtige Augenblick gekommen sein, die strenge Ableitung der empirischen Störung aus der Hypothese des Widerstandes vorzunehmen.

Ausser den angeführten bleiben noch manche andere Desiderata übrig. Vor Allem ist eine vollständig neue Bestimmung der Normalörter, gegründet auf eine kritischere Discussion der Beobachtungen, nöthig. Obgleich die Materialien dazu in den Encke'schen Abhandlungen und der vorliegenden Schrift in erschöpfender Weise gesammelt sind, kann diese Arbeit doch erst dann vorgenommen werden, wenn die durch Herrn Romberg in Angriff genommenen Beobachtungen der Sterne, mit denen der Comet in den Jahren 1852—1875 verglichen worden ist, reducirt sein werden. Die Beseitigung eines der erwähnten Mängel ohne Beseitigung der anderen würde der Arbeit den Charakter der Unvollständigkeit lassen. Die vollständige Verbesserung der Gesammtheit der gerügten Unvollkommenheiten bietet aber genügenden Stoff zu einem neuen Mémoire. Dass ich meine Arbeit in ihrer jetzigen Gestalt dem Publicum übergebe, kann gewiss nur gebilligt werden, da wegen der Unbeständigkeit der menschlichen Verhältnisse von Zeit zu Zeit ein Abschluss so umfangreicher Untersuchungen, wie sie hier unternommen worden sind, wünschenswerth erscheint. Auch

muss ich gestehen, durch Zusammenstellung dieser Abhandlung mir über Vieles erst klar geworden zu sein, was in der Theorie des Encke'schen Cometen noch zu geschehen hat. Das ganze Material ist so zusammengestellt worden, dass der weiteren Durcharbeitung desselben durch einen anderen Astronomen, falls Umstände mich selbst daran verhindern sollten, nicht die geringsten Schwierigkeiten entgegenstehen.

§ VI.

Ueber den in der Bewegung des Cometen auftretenden Ausnahmefall.

Bisher haben wir uns im Wesentlichen nur mit den Resultaten beschäftigt, welche aus der Discusion der in die 50 Jahre 1818—1868 fallenden Erscheinungen des Encke'schen Cometen gewonnen worden sind. Die Verbindung der beiden letzten zu 1871 und 1875 gehörenden, Erscheinungen mit diesen ist ohne Weiteres nicht möglich, sondern es bedarf, wie schon erwähnt, zur Erzielung des Anschlusses einer neuen Hypothese. Berechnet man aus den zum System XVI gehörenden in § IV mitgetheilten osculirenden Elementen für 1871 Juli 15.0 und 1874 Oct. 27.0 die Oerter des Cometen für die Zeiten der Normalörter und vergleicht sie mit diesen, so erhält man die folgenden völlig unzulässigen Unterschiede zwischen Rechnung und Beobachtuug:

Elemente XVI — Normalörter.

M. Berl. Zeit	Δ A. R. cos Decl.		Δ Decl.	
1871 Oct. 14.5	+ 4′ 24″.8	+ 2.406 Δ*M*	+5′ 40″.5	+3.176 Δ*M*
Nov. 5.5	— 7 39.5	— 4.315 „	+9 29.3	+5.247 „
Nov. 15.0	—17 45.9	— 9.751 „	+4 28.4	+2.463 „
Nov. 25.5	—23 57.6	—13.047 „	—2 30.8	—1.344 „
Dec. 5.0	—23 35.1	—12.830 „	—5 48.0	—3.074 „
1875 Febr. 27.0	+ 1 15.2	+ 0.298 Δ*M*	+0 48.9	+0.180 Δ*M*
März 8.0	+ 1 44.3	+ 0.418 „	+0 40.8	+0.176 „
März 26.0	+ 2 40.0	+ 0.645 „	—0 22.9	—0.083 „
April 8.0	— 3 42.9	— 0.891 „	—7 28.2	—1.771 „

Aus der Vergleichung dieser Fehler mit den zugehörigen Coefficienten von Δ*M* sieht man ohne Weiteres ein, dass auch hier die Anbringung einer blossen Correction der betreffenden osculirenden Werthe dieses Elements hinreicht, diese Fehler zum grössten Theil

wegzuschaffen. Diese Correctionen sind aber von einer Grösse, dass sie durch annehmbare Fehler der Störungen nicht erklärt werden können. Man findet nämlich:

$$1871 \quad \Delta M = -1'\,29''.59$$
$$1875 \quad \Delta M = -3\;52.51$$

Da die Zwischenzeit zwischen 1871 Juli 15 und 1874 Oct. 27 1200 Tage beträgt, so wird man nahezu dasselbe, wie durch Einführung obiger Correctionen, erreichen, wenn man an die für die erstere Epoche gültigen Elemente anbringt:

$$1871 \text{ Juli } 15.0 \begin{cases} \Delta M = -1'\,29''.59 \\ \Delta\mu = -0''.11910 \end{cases}$$

Damit erhält man die folgenden corrigirten Elemente:

System XVI + prov. Corr.

T_{+2} = 1871 Juli 15.0 M. Berl. Zeit

$$\begin{aligned} M &= 309^\circ 57' 36''.31 \\ \varphi &= 58\;\;8\;22.80 \\ \Omega &= 334\;34\;19.37 \\ \pi &= 158\;13\;23.32 \\ i &= 13\;\;7\;20.70 \\ \mu &= 1079''.705522 \end{aligned}$$ M. Aequ. 1871.0

$$\begin{aligned} \varepsilon &= 23^\circ 27' 21''.24 \\ A' &= 248\;48\;21.99 \\ B' &= 154\;51\;\;4.18 \\ C' &= 166\;37\;56.41 \\ \log \sin a &= 9.9979266 \\ -\sin b &= 9.9125564 \\ -\sin c &= 9.7663675 \end{aligned}$$

T_{+3} = 1874 Oct. 27.0 M. Berl. Zeit

$$\begin{aligned} M &= 309^\circ 37' 22''.26 \\ \varphi &= 58\;\;8\;48.35 \\ \Omega &= 334\;36\;53.97 \\ \pi &= 158\;17\;22.32 \\ i &= 13\;\;7\;16.56 \\ \mu &= 1079''.315157 \end{aligned}$$ M. Aqeu. 1875.0

$$\begin{aligned} \varepsilon &= 23^\circ 27' 19''.34 \\ A' &= 248\;52\;18.02 \\ B' &= 154\;55\;22.53 \\ C' &= 166\;42\;\;3.59 \\ \log \sin a &= 9.9979335 \\ -\sin b &= 9.9125397 \\ -\sin c &= 9.7663806 \end{aligned}$$

Die directe Vergleichung der Normalörter mit denselben ergiebt:

Elemente XVI + prov. Corr. — N. O.

M. Berl. Zeit	Δ A. R. cos Decl.	Δ Decl.
1871 Oct. 14.5	+24″.84	+ 7″.66
Nov. 5.5	+25.21	+28.60
Nov. 15.0	— 4.59	+29.08
Nov. 25.5	—29.96	+12.13
Dec. 5.0	—33.56	— 6.03
1875 Febr. 27.0	+ 5.12	+ 7.02
März 8.0	+ 4.01	— 0.54
März 26.0	+ 2.17	+ 0.43
April 8.0	+ 6.31	+ 0.43

Diese Zahlen, deren Logarithmen schon in der Tafel, welche die Coefficienten der Bedingungsgleichungen enthält, unter der Bezeichnung log n aufgeführt worden sind, wurden zur directen Verbindung der beiden Erscheinungen verwendet, wobei natürlich nur die Correctionen der Bahnelemente selbst gesucht wurden. Ich erhielt:

$$\begin{aligned}
\Delta M &= -0''.11 \quad \pm\ 0''.498 \\
\Delta\varphi &= +6.13 \quad \pm\ 2.044 \\
\Delta\Omega &= +1.83 \quad \pm 13.221 \\
\Delta\pi &= +0.44 \quad \pm\ 4.191 \\
\Delta i &= +5.98 \quad \pm\ 1.941 \\
\Delta\mu &= +0''.000905 \quad \pm 0''.001357
\end{aligned}$$

System II (1871—1875)

Ep. und Osc. 1871 Juli 15.0 M. Berl. Zeit

$$\begin{aligned}
M &= 309^\circ 57' 36''.20 \\
\varphi &= 58\ 8\ 28.93 \\
\Omega &= 334\ 34\ 21.20 \\
\pi &= 158\ 13\ 23.76 \quad \text{M. Aequ. 1871.0} \\
i &= 13\ 7\ 26.68 \\
\mu &= 1079''.706427
\end{aligned}$$

Ep. u. Oscul. 1874 Oct. 27.0 M. Berl. Zeit

$$\begin{aligned}
M &= 309^\circ 37' 23''.25 \\
\varphi &= 58\ 8\ 54.48 \\
\Omega &= 334\ 36\ 55.80 \\
\pi &= 158\ 17\ 22.76 \quad \text{M. Aequ. 1875.0} \\
i &= 13\ 7\ 22.54 \\
\mu &= 1079''.316062
\end{aligned}$$

Darstellung der Normalörter.

Elemente II — N. O.

M. Berl. Zeit		Δ A. R. cos Decl.	Δ Decl.
1871 Oct.	14.5	—7″.0	—2″.0
Nov.	5.5	+7.1	—2.4
Nov.	15.0	+1.9	+3.7
Nov.	25.5	—3.3	+3.9
Dec.	5.0	—2.7	—3.9
1875 Febr.	27.0	—2.1	+5.6
März	8.0	—3.4	—1.7
März	26.0	—5.2	—0.5
April	8.0	—1.6	—2.3

$$(nn) = 261.6$$

w. F. eines *N. O.* = ±3″.15.

Da die Correctionen der Elemente φ, Ω, π, *i*, von denen nur die erstere von einiger Bedeutung ist, so klein ausgefallen sind, können wir uns bei Nachforschung nach der Ursache, welche die Störung in der Bewegung des Cometen hervorgerufen hat, auf die Betrachtung der Veränderungen in den Elementen *M* und μ beschränken. Nehmen wir an, der Comet habe zu einem um *t* Tage von der Epoche 1871 Juli 15 entfernten Zeitpunkte eine momentane Störung in μ erlitten, so erhalten wir zur Bestimmung der Grösse derselben und der Zeit, wo sie Statt gefunden hat, aus der Vergleichung der beiden Systeme XVI und II die Gleichungen:

$$\Delta\mu\, t = -\ 89''.70$$
$$1200\,\Delta\mu + \Delta\mu t = -221.52,$$

aus welchen wir ableiten:

$$\Delta\mu = -0''.11818$$
$$t = 759 \text{ Tage}$$

Die Störung ist also 1869 Juni 16 eingetreten. Da der Comet sich zu dieser Zeit in der Gegend des Raumes aufhielt, durch welchen sich die kleinen Planeten bewegen, wie man aus seiner Entfernung von der Sonne, welche

$$1869 \text{ Juni } 16 \quad \text{Log Rad. v. } \mathbb{Y} = 0.5098$$

war, ersieht, liegt es nahe, zu vermuthen, dass die fragliche Störung durch einen derselben hervorgebracht worden sei. Dabei ist zu bemerken, dass die Unbestimmtheit der aus den Beobachtungen von 1875 gefolgerten Perihelzeit für den Zeitpunkt des Eintritts der Störung ungefähr einen Spielraum von 150 Tagen zulässt. Unter den 104 kleinen Planeten, für welche das Berl. astr. Jahrbuch von 1871 Jahresephemeriden für 1869 giebt, befindet sich einer, dem der Comet bis unter die Gränze von 0.1 nahe kam. Durch ein Spiel des Zufalls ist es gerade einer von denjenigen, die ich selbst geraume Zeit hindurch bearbeitet habe, nämlich Diana ⑱.

Dieser Umstand setzte mich in den Stand, die Störung, welche dieser Planet in der Bewegung des Encke'schen Cometen hervorbringt, mit grosser Genauigkeit zu ermitteln. Die grösste Annäherung beider Körper fand 1869 Mai 28.5 Statt und betrug:

$$1869 \text{ Mai } 28.5 \text{ Entf. } \measuredangle \text{ v. } ⑱ = 0.071.$$

Setzt man: $m\,⑱ = {}^1/_{10,000\,000}$, so erhält man als Betrag der Störung, welche Diana in der mittleren Bewegung des Encke'schen Cometen innerhalb des Zeitraums 1869 Apr. 5 bis 1869 Juli 25 erzeugte:

$$\Delta\mu = -0''.00160$$

Die Störung war also nach derselben Seite gerichtet, wie diejenige, um welche es sich hier handelt. Wollte man dieselbe aber aus der Einwirkung der Diana erklären, so müsste man diesem Planeten eine Masse von beiläufig:

$$m\,⑱ = \frac{1}{135400}$$

zuertheilen, welche dreimal grösser als die Venusmasse und daher eine auf der Hand liegende Absurdität ist. Die betreffende kleine Rechnung habe ich auch weniger desshalb ausgeführt, weil ich in der Diana den störenden Körper vermuthete, als um mir ein einigermassen deutliches Bild davon zu machen, welchen Einfluss kleine Planeten zu der in Frage stehenden Zeit auf die Bewegung des Encke'schen Cometen ausgeübt haben können. Denn schon Betrachtungen über die Vertheilung dieser Himmelskörper im Raume machen es wahrscheinlich, dass Annäherungen des Cometen an dieselben von 0.07 nicht zu den Seltenheiten gehören werden. Damit kleine Planeten Störungen von merklicher Grösse erzeugen können, muss die Annäherung des gestörten Körpers an dieselben jedenfalls weit unter die Gränze von 0.01 gehen. Die einigermassen exacte Ermittelung der Störungen unter solchen Verhältnissen macht aber die Beschaffung verhältnissmässig sehr genauer Daten für den störenden Körper nöthig. Da eine solche ohne beträchtlichen Zeitaufwand nicht möglich ist, habe ich von der genaueren Untersuchung der Einwirkung derjenigen kleinen Planeten, deren Zeichen ⑯ überschreitet vorläufig Abstand genommen. Sollte sich aber unter den bekannten Körpern dieser Art auch keiner finden, dem man mit einiger Wahrscheinlichkeit die Störung, um die es sich hier handelt, zuschreiben könnte, so fällt damit die besprochene Vermuthung noch keineswegs zu Boden, da vielleicht die Störung auf einen noch nicht entdeckten Planeten zurückzuführen ist. Eine solche Annahme könnte mit ziemlichem Rechte gemacht werden, da der Comet sich in dem fraglichen Zeitraume in einer Gegend des Raumes aufhielt, durch den sich nur die entfernteren Asteroiden bewegen. Bis der störende Körper wirklich nachgewiesen werden kann, bleibt die aufgestellte Hypothese natürlich nur ein Nothbehelf und ist einfach als der Ausdruck des speculativen Bedürfnisses des Astronomen zu betrachten, dem meiner Ansicht nach nur auf diese Weise in etwas genügt werden kann.

Die sich natürlich zuerst darbietende Erklärung, welche die Ursache des besprochenen Phänomens in Fehlern der Störungsrechnung für die Zeit 1868—1871 sucht, erscheint mir nicht zulässig, da die Richtigkeit der betreffenden Rechnung nicht allein durch unabhängige Wiederholung, sondern auch auf andere Weise geprüft worden ist. Allerdings litten die ersten Störungsrechnungen, welche in der Abhandlung «Ueber die Existenz eines widerstehenden Mittels im Weltenraume, Bulletin 1874» mitgetheilt worden sind, an kleinen Mängeln, die ihre Erklärung in dem Umstande finden, dass sie zu den ersten gehören, welche ich bei diesem Cometen überhaupt ausführte. Schon diese Rechnungen liessen aber den Ausnahmefall mit Bestimmtheit hervortreten. Wie aber Ausstellungen gegen die zweite Rechnung gemacht werden könnten, vermag ich nicht einzusehen, obgleich nur die Bestimmungen für Venus, Erde und Jupiter vollständig wiederholt worden sind. Für Mars und Saturn, deren Einfluss klein ist, habe ich mich damit begnügt, durch Interpolation gewisser in grösseren Intervallen fortschreitender Zahlen mich zu überzeugen, dass bei der ersten Rechnung constante Fehler nicht begangen worden sind. Mercur kommt hier überhaupt nicht in Betracht. Da die Grösse der Intervalle immer so gewählt worden ist, dass eine scharfe Prüfung der Störungswerthe durch Differenzen gestattet war, sind eigentliche Rechnungsfehler geradezu von der Möglichkeit ausgeschlossen. Gegen constante Fehler aber habe ich mich dadurch zu schützen gesucht, dass ich, wenn die Elemente gewechselt wurden, die auf die alten Elemente gegründete Rechnung immer um einige Intervalle über den neuen Osculationspunkt hinausführte, die Rechnung mit den neuen aber um einige Intervalle vor diesem Punkte begann. So erhielt ich immer eine Anzahl von Werthen, deren nahe Uebereinstimmung eine genügende Garantie für die Richtigkeit der Constanten darbot, auf welche die Berechnung der Störungen von dem neuen Osculationspunkte aus gegründet ist, sobald man nur Bürgschaften für die Richtigkeit der Rechnung bis zu diesem Punkte besass.

Dass diese Voraussetzung der Richtigkeit der Rechnung bis zu dem Osculationspunkte 1868 Juni 14 zutrifft, kann aber füglich nicht in Zweifel gezogen werden, und ebenso zeigt die gute Darstellung der Beobachtungen von 1871 und 1875 durch das Elementensystem II, dass in den Störungsrechnungen für den Zeitraum 1871 Juli 15 — 1874 Oct. 27 Fehler von einigermassen beträchtlicher Grösse nicht stecken können. Die Verwandlung der Coordinatenstörungen in Störungen der Elemente, eine Operation, bei der sich wegen ihrer Complicirtheit bekanntlich am leichtesten Fehler einschleichen können, ist auf dreifache, oder wenn man will, auf vierfache Weise controlirt. Die Verwandlung wurde nämlich nicht allein zweimal nach den strengen Formeln, sondern auch einmal mittelst Differentialformeln ausgeführt. Da die Störungen zweiter Ordnung in dem betreffenden Zeitraume fast verschwindend sind, führte die zweite Methode im Wesentlichen zu denselben Resultaten, wie die erste. Eine vierte, freilich nur theilweise Controle ergab sich aus der Uebereinstimmung der heliocentrischen Oerter des Cometen, wenn man dieselben einmal für die Osculationsepoche mit Hülfe der früheren Elemente unter Anbringung der Coordinatenstörungen, das andere Mal aber aus den neuen osculirenden Elementen ableitete.

Die auf die vorgetragenen Erwägungen gestützte Ueberzeugung von der Richtigkeit meiner Rechnungen liessen mich die Zwecklosigkeit einer Wiederholung derselben zum dritten Male einsehen. Eine Erklärung, dass eine solche von mir ausgeführt worden sei und zu denselben Resultaten, wie die früheren Rechnungen, geführt habe, könnte überdies die Ueberzeugung der Astronomen, dass hier eine Naturerscheinung und nicht ein blosses Rechnungsresultat vorliegt, in keiner Weise kräftigen. Etwas ganz Anderes aber wäre es, wenn eine vollständige Neuberechnung der Störungen für die Zeit 1868 Juni 14 — 1871 Juli 15, die bei täglich fünf bis sechsstündiger Arbeit bequem in etwa einem Monat ausgeführt werden kann, von einer anderen competenten Person ausginge. Eine auf solche Weise herbeigeführte Bestätigung der Resultate meiner Untersuchung, der ich mit Ruhe entgegensehe, würde mir nicht allein persönlich zur grössten Genugthuung gereichen, sondern, was schwerer ins Gewicht fallen würde, der Wissenschaft erheblichen Gewinn bringen.

Berichtigung.

		ΔM		ΔM
Pag. 12 lies:	1842	$+10''.9$	statt:	$-10''.9$
	1845	$+3.6$		-3.6
	1848	-15.6		$+15.6$
	1852	$+1.7$		-1.7
	1855	$+23.4$		-23.4
	1858	$+17.8$		-17.8
	1862	$+3.3$		-3.3

In den Bedingungsgleichungen für ΔM pag. 17 sind dieselben Zahlen mit richtigem Zeichen aufgeführt.

BEKANNTMACHUNG

der Kaiserlichen Akademie der Wissenschaften.

Als im Jahre 1847, bald nach Rückkehr des Herrn Dr. A. Th. von Middendorff von seiner sibirischen Reise, seitens der Akademie der Wissenschaften die Herausgabe seiner Reisebeschreibung in deutscher Sprache begann, wurde, einfacherer Berechnung wegen, für jeden Band derselben, ohne Rücksicht auf seinen Umfang und die Zahl der in ihm enthaltenen Tafeln, einförmig der Preis von 5 Rub. 40 Kop. (6 Thlr.) bestimmt. Gegenwärtig kann das Werk, ungeachtet einer Lücke im zweiten Bande, als vollendet betrachtet werden, und zwar enthält dasselbe 16 Lieferungen, die zu 4 Bänden zusammengestellt sind. Da jedoch der Inhalt des Werkes ein sehr mannigfaltiger und fast jede der Lieferungen einer besonderen Specialität gewidmet ist, so hat die Akademie, um die verschiedenen Theile des Werkes den betreffenden Fachgelehrten zugänglicher zu machen, die Bestimmung getroffen, dass von nun an wie die Bände so auch die Lieferungen einzeln im Buchhandel zu haben sein sollen, und zwar zu den folgenden, nach Umfang und Zahl der Tafeln normirten Preisen.

Dr. A. Th. v. Middendorff's Reise in den äussersten Norden und Osten Sibiriens während der Jahre 1843 und 1844 mit Allerhöchster Genehmigung auf Veranstaltung der Kaiserlichen Akademie der Wissenschaften zu St. Petersburg ausgeführt und in Verbindung mit vielen Gelehrten herausgegeben. 4 B^{de} in 4^{o} (1847 — 1875).

	Silber.		Reichsm.	
	Rbl.	K.	Mrk.	Pf.
Bd. I. Th. I. Einleitung. Meteorologische, geothermische, magnetische und geognostische Beobachtungen. Fossile Hölzer, Mollusken und Fische. Bearbeitet von K. E. von Baer, H. R. Göppert, Gr. von Helmersen, Al. Graf. Keyserling, E. Lentz, A. Th. v. Middendorff, W. v. Middendorff, Johannes Müller, Ch. Peters. Mit 15 lith. Tafeln. 1848. LVI u. 274 S.	3	45	11	50
Bd. I. Th. II. Botanik. **Lf. 1.** Phaenogame Pflanzen aus dem Hochnorden. Bearbeitet von E. R. v. Trautvetter. 1847. Mit 8 lithogr. Tafeln. IX u. 190 S.	2	25	7	50
Lf. 2. Tange des Ochotskischen Meeres. Bearb. von F. J. Ruprecht. 1851. Mit 10 chromolithogr. Tafeln. (Tab. 9 — 18.) S. 193 435	3	95	13	20
Lf. 3. Florula Ochotensis phaenogama. Bearbeitet von E. R. v. Trautvetter und C. A. Meyer. Musci Taimyrenses, Boganidenses et Ochotenses nec non Fungi Boganidenses et Ochotenses in expeditione Sibirica annis 1843 et 1844 collecti, a fratribus E. G. et G. G. Borszczow disquisiti. Mit 14 lithogr. Tafeln. (19—31.) 1856. 148 S.	2	45	8	20
Bd. II. Zoologie **Th. I.** Wirbellose Thiere: Annulaten. Echinodermen. Insecten. Krebse. Mollusken. Parasiten. Bearbeitet von E. Brandt, W. F. Erichson, Seb. Fischer, E. Grube. E. Ménétriès, A. Th. v. Middendorff. Mit 32 lith. Tafeln. 1851. 516 S. (Beinahe vergriffen.)	7	35	24	50
Th. II. Lf. 1. Wirbelthiere. Säugethiere, Vögel und Amphibien. Bearb. von Middendorff Mit 26 lithogr. Tafeln. 1853. 256 S. (Vergriffen.)	6	35	21	20
Bd. III. Ueber die Sprache der Jakuten. Von Otto Böhtlingk. **Th. I. Lf. 1.** Jakutischer Text mit deutscher Uebersetzung. 1851. 96 S.	—	80	2	70
Lf. 2. Einleitung. Jakutische Grammatik. 1851. S. LIV u. 97—397.	2	30	7	70
Th. II. Jakutisch-deutsches Wörterbuch. 1851. 184 S.	1	40	4	70
Bd. IV. Sibirien in geographischer, naturhistorischer und ethnographischer Beziehung. Bearbeitet von A. v. Middendorff. **Th. I.** Uebersicht der Natur Nord- und Ost-Sibiriens. **Lf. 1.** Einleitung. Geographie und Hydrographie. Nebst Tafel II bis XVIII des Karten-Atlasses. 1859. 200 S. und 17 Tafeln des Atlasses.	3	15	10	50
Lf. 2. Orographie und Geognosie. 1860. S. 201—332. (Vergriffen.)	1	10	3	70
Lf. 3. Klima. 1861. S. 333—523 u. XXV.	1	70	5	70
Lf. 4. Die Gewächse Sibiriens. 1864. S. 525—783 u. LVI.	2	45	8	20
Th. II. Uebersicht der Natur Nord- und Ost-Sibiriens. **Lf. 1.** Thierwelt Sibiriens. 1867. S. 785—1094 u. XIII.	2	50	8	30
Lf. 2. Thierwelt Sibiriens (Schluss). 1874. S. 1095—1394.	2	30	7	70
Lf. 3. Die Eingeborenen Sibiriens (Schluss des ganzen Werkes). 1875. S. 1395—1615. Mit 16 lith. Tafeln	3	25	10	80

MÉMOIRES
DE
L'ACADÉMIE IMPÉRIALE DES SCIENCES DE ST.-PÉTERSBOURG, VII^E SÉRIE.
TOME XXVI, N° 3.

ÜBER DEN

GALVANISCHEN WIDERSTAND VERDÜNNTER LÖSUNGEN

VON VERBINDUNGEN DES

KALIUM, NATRIUM, AMMONIUM

UND DES

WASSERSTOFFS

VON

R. Lenz.

(*Présenté le 16 Mai 1878.*)

LIBRARY OF CONGRESS
SMITHSONIAN
JAN 29

ST.-PÉTERSBOURG, 1878.

Commissionnaires de l'Académie Impériale des sciences:

à St.-Pétersbourg:
MM. Eggers et C^ie, J. Issakof et J. Glasounof;

à Riga:
M. N. Kymmel;

à Leipzig:
M. Léopold Voss.

Prix: 45 Kop. = 1 Mrk. 50 Pf.

MÉMOIRES
DE
L'ACADÉMIE IMPÉRIALE DES SCIENCES DE ST.-PÉTERSBOURG, VII^E SÉRIE.
TOME XXVI, N° 3.

ÜBER DEN

GALVANISCHEN WIDERSTAND VERDÜNNTER LÖSUNGEN

VON VERBINDUNGEN DES

KALIUM, NATRIUM, AMMONIUM

UND DES

WASSERSTOFFS

VON

R. Lenz.

(*Présenté le 16 Mai 1878.*)

ST.-PÉTERSBOURG, 1878.

Commissionnaires de l'Académie Impériale des sciences:

à St.-Pétersbourg: MM. Eggers et C^ie, J. Issakof et J. Glasounof;

à Riga: M. N. Kymmel;

à Leipzig: M. Léopold Voss

Prix: 45 Kop. = 1 Mrk. 50 Pf.

Imprimé par ordre de l'Academie Imperiale des sciences.

Août 1878. C. Vesselofsky, Secrétaire perpétuel.

Imprimerie de l'Académie Impériale des Sciences.
(Vass.-Ostr., 9e ligne, № 12.)

Vor einiger Zeit habe ich der Akademie eine Untersuchung über den electrischen Widerstand einiger Haloïdverbindungen vorgelegt [1]), welche zu einigen höchst einfachen Beziehungen geführt hat. Ich musste damals die Untersuchungen abschliessen, weil ich die benutzten Beobachtungsmethoden nicht auf sehr schwache Lösungen ausdehnen konnte und weil ich mich im Verlaufe der Arbeit überzeugte, dass man zu den einfachsten Beziehungen zu gelangen nur bei Anwendung sehr schwacher Lösungen hoffen kann. Für sehr stark verdünnte Lösung giebt nämlich die Horsford'sche Methode der Widerstandsmessungen unsichere Resultate, weil während der Beobachtung die Zusammensetzung des Electrolyten sich wesentlich ändert, und man kann diesen Uebelstand nicht beseitigen durch Benutzung schwacher Ströme, da in diesem Falle die Polarisation der Electroden zu veränderlich ist um auf eine Elimination derselben rechnen zu können. Einen ferneren Uebelstand bietet die Methode darin, dass man das Princip der Wheatston'schen Brücke nicht anwenden kann, weil in Folge der Polarisation in dem einen Zweige der Combination eine veränderliche Stromquelle enthalten ist. Die gerügten Uebelstände treffen übrigens nicht nur die Horsford'sche Methode sondern eine jegliche andere, die auf Anwendung constant gerichteter Ströme basirt ist; sie werden indessen vollkommen vermieden bei jeder Methode, bei welcher keine Polarisation der Electroden auftritt und die daher gestattet sehr schwache Ströme anzuwenden. Noch vorzüglicher muss, selbstverständlich, ein Prinzip sein, bei welchem nicht nur die Polarisation, sondern auch eine Zersetzung des Electrolyten ausgeschlossen ist. Ein solches ist aber von Kohlrausch [2]) in Anwendung gebracht worden

1) Bulletin de l'Académie d. sc. de S.-Pétersbourg T. XXIII, pag. 250.

2) Poggendorf's Annalen der Physik. Bd. CXLVIII, pag. 143. Jubelband, pag. 290. Bd. CLIV, pag. 1 und 215

und die Schärfe der Resultate, welche er hierbei erzielte, hat die Vorzüglichkeit dieser Methode genügend dargethan.

Nachdem ich mir einen Kohlraus'schen Sinusinductor und einen dazu erforderlichen Weber'schen Electrodynamometer besorgt hatte, habe ich nun die früher unterbrochenen Beobachtungen wieder aufgenommen und die Untersuchungen auf eine Reihe von Salzen des Kalium, Natrium und Ammonium sowie auf Wasserstoffsäuren ausgedehnt. Diese Untersuchungen bilden den Gegenstand gegenwärtiger Abhandlung.

In manchen Beziehungen bin ich bei dieser Untersuchung von den früher benutzten Methoden abgewichen.

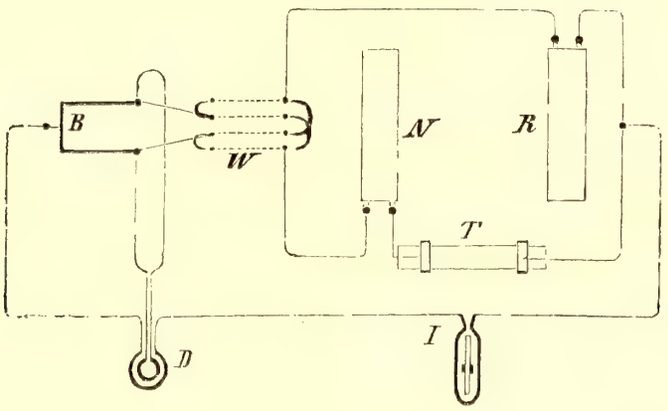
Statt, wie früher, die Lösungen so zu bereiten, dass auf eine abgewogene Salzmenge die nöthige Menge Wasser nach Gewicht zugesetzt wurde, habe ich sie jetzt so hergestellt, dass die erforderliche Salzmenge in einem Litre Lösung enthalten war. In dieser Abhandlung bezeichnet demnach die Stärke einer Lösung die Anzahl der Aequivalente auf 1000^{cmc} Lösung, genau so wie es bei der Titrirmethode üblich ist, so dass eine Lösung von 1 Aequivalent in 1000^{cmc} A Grammes Salz enthält, wenn A das Aequivalentgewicht desselben bedeutet.

Besondere Aufmerksamkeit habe ich ferner auf die Reinheit der Chemikalien verwandt. Theils habe ich dieselben selbst hergestellt, theils habe ich die käuflichen sorgfältig gereinigt und nur in Ausnahmsfällen habe ich das käufliche Material ungeändert benutzt. Liessen sich die Verbindungen durch Erhitzen vom hygroscopischen Wasser befreien, so trocknete ich sie auf diesem Wege und bestimmte dann nicht ferner die Stärke der Lösung; im entgegengesetzten Falle habe ich die Stärke durch Analyse ermittelt.

In der Regel habe ich gesucht die Lösungen in der Concentration herzustellen, in welcher ich sie untersuchen wollte, doch liess sich das häufig gar nicht ausführen wegen des Gehaltes an hygroscopischem oder Crystallisations-Wasser. Da ich mich andererseits in meiner früheren Abhandlung überzeugt hatte, dass das Gesetz der Proportionalität zwischen Leitungsvermögen und Concentration auch für schwache Lösungen sehr weit davon entfernt ist richtig zu sein, so habe ich mich veranlasst gesehen, von jeder Verbindung mehrere Lösungen verschiedenen Stärkegrades herzustellen und zu untersuchen; in der Regel wurden 4 Concentrationen benutzt, zuweilen auch mehr. Aus den Messungen an diesen verschiedenen Proben wurden dann Interpolationsformeln hergeleitet und mit Hülfe derselben die Widerstände auf Lösungen von äquivalenter Stärke umgerechnet. Uebrigens bietet die Frage nach dem Zusammenhange zwischen Stärke und Widerstand genugsames directes Interesse, da dieselbe für schwache Lösungen noch eine offene ist.

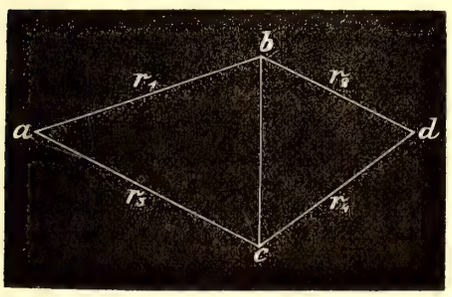
Um alle Versuche auf eine gemeinsame Temperatur reduciren zu können, wurde jeder Widerstand bei zwei Temperaturen gemessen, über und unter 18° und dann auf 18° reducirt. Die Temperaturintervalle sind zu gering um daraus die Temperaturcoëfficienten mit einiger Sicherheit herzuleiten; die geringe Differenz der Temperaturen gestattet aber dafür die Reduction nach linearer Interpolation auszuführen.

Die allgemeine Disposition der Apparate ersieht man aus beistehender schematischer Darstellung.



Hier bedeutet *J* den Sinusinductor Kohlrausch's, *D* den Electrodynamometer, *B* die Stromtheilung in einer Siemens'schen Brücke, *W* einen Stromwender nach Weber, *R* das Widerstandssystem in der Brücke von Siemens, *N* ein zweites Siemens'sches System, an welchem die Widerstände gemessen wurden und endlich *T* den Trog mit der Untersuchungsflüssigkeit.

Aus dieser allgemeinen Disposition ist ersichtlich, dass der zu messende Widerstand *T* und der Normaletalon *N*, mit dem der zu bestimmende Widerstand verglichen wird, in ein und denselben Zweig der Brücke eingeschaltet sind. Eine solche Combination bei der Wheatstone'schen Brücke ziehe ich jeder andern vor. Die Methode besteht in einer Verbindung der Brückenmethode mit der einfacher Ersetzung und bietet vor allen andern den Vorzug grösster Einfachheit in der Beobachtung wie in der Rechnung dar.



Es sei *abcd* eine Stromverzweigung mit der Brücke *bc* und $r_1 - r_2 - r_3 - r_4$ seien die Widerstände der einzelnen Zweige, so wird in der Brücke der Strom aufgehoben, wenn

$$r_1 r_4 = r_2 r_3.$$

Wenn der zu messende Widerstand x in dem Zweige *ab* enthalten ist, dort auch zugleich das System n_1 und die Verbindungsdrähte w so ist:

$$r_1 = x + n_1 + w.$$

Wird der Widerstand x ausgeschlossen, so muss n_1 auf n_2 gebracht werden und wenn nun der Strom in der Brücke wieder 0 ist, so ist

$$r_1 = n_2 + w,$$

woraus

$$x = n_2 - n_1.$$

Diese Methode erfordert demnach weder ein bestimmtes Verhältniss in den Zweigen der Brücke, noch bedarf sie irgend welcher Rechnungen, die bei manchen Combinationen sehr umständlich werden. Ich habe diese Vorzüge hervorheben wollen, weil ich diese Methode, die ich schon lange anwende[3]), nirgends erwähnt finde und sie sich doch so sehr empfiehlt.

I. Beschreibung der Apparate und der Beobachtungsmethode.

In Bezug auf die von mir benutzten Apparate und die Methoden, nach denen ich beobachtet, will ich folgendes hervorheben.

1. *Der Trog* besteht aus einem Gefäss aus 9^{mm} dicken Spiegelglasplatten und hat eine regelmässige rechteckige Gestalt. Seine Länge, im Innern gemessen, beträgt $30^{cm},357$, bei $4^{cm},043$ Breite und etwa 6^{cm} Höhe. Der Boden ist an einem Ende durchbohrt und wird durch einen Glasstab mit eingeriebenen Ende verschlossen. Die Bodenfläche beträgt $122^{cmq},65$, von denen 0,08 vom Glasstabe und 0,02 von einem Thermometer eingenommen werden, so dass $122,55^{cmq}$ freier Bodenfläche bleiben. Zu allen Versuchen wurden $395^{cmc},68$ Lösung in den Trog gebracht, so dass die Flüssigkeit im Troge $3^{cm},228$ hoch stand und einen Querschnitt von $13^{cmq},05$ darbot. Die oberen Kanten der Seitenwände waren dem Boden parallel und nach ihnen wurde der Trog mittelst eines Satzniveaus horizontal gestellt. Auf den oberen Kanten der Seitenflächen lagen schwere Messingklötze auf, zu welchen die Zuleitungsdrähte führten und von denen platinirte (geschwärzte) Platinelectroden hinabreichten, welche den ganzen Querschnitt des Troges ausfüllten und nur eben Raum zu freier Verschiebung frei liessen.

Zur Messung des Widerstandes wurden die Electroden in zwei verschiedene Abstände von einander gebracht und durch das Widerstandssystem der Strom in der Brücke aufgehoben. Um bei allen Versuchen gleiche Abstände der Electroden zu erzielen dienten zwei Glaslineale, ein langes und ein kurzes, die auf die oberen Kanten des Troges aufgelegt

3) Bulletin de l'Académie d. sc. de S.-Pétersbourg, T. XXII, die Zeichnung.

und an welche die Messingklötze von beiden Seiten schwach angedrückt wurden, wobei sie die Lineale mit je zwei Regulirschrauben berührten. Bei Anwendung des langen Lineals betrug die Entfernung des Electroden 28,456^{cm}, beim kurzen nur 8,^{cm}411. Die Länge der Flüssigkeitssäule, deren Widerstand gemessen wurde, betrug demnach 20,045^{cm} bei einem Querschnitt von 13,^{cmq}05.

2. *Der Inductor* ist von Mechaniker Waibler in Darmstadt genau so ausgeführt, wie er von Kohlrausch[4]) beschrieben ist. Nur die Spitzen für die Schnurrollen des Laufwerks habe ich abtragen lassen und dafür die Rollen mit Leder überzogen, weil die Spitzen die Schnüre in kurzer Zeit zerrissen und sehr viel Staub in das Laufwerk brachten. Nach Bekleidung der Rollen mit Leder war kein Gleiten der Schnüre bemerklich. Die Umlaufgeschwindigkeit des Magneten hängt von der Grösse der Belastung des Laufwerkes ab, sie war eine recht constante, nicht nur während der Dauer eines Versuches, sondern auch von einem Tage zum andern. Doch musste der Apparat oft geputzt und noch öfter geölt werden. Ich ölte die Achsen nach einer jeden vollen Beobachtungsreihe und reinigte das Laufwerk fast täglich.

Kohlrausch hat gezeigt, dass bei seiner Beobachtungsmethode die Polarisation vollständig ausgeschlossen war, wenn der Magnet 10 Umdrehungen in der Minute machte und die Oberfläche der platinirten Electroden 30^{cmq} betrug, dass aber auch schon bei Anwendung von Electroden von 1^{cmq} die Polirisation äusserst gering war. Da bei meinen Versuchen der Magnet stets 140 — 150 Umdrehungen machte und ein Einfluss der Polarisation, wenn sie constant blieb, durch das Beobachtungsverfahren ausgeschlossen wurde, so war ich wohl berechtigt anzunehmen, dass meine Resultate von einem Einflusse der Polarisation frei sein müssten. Ich habe mich davon jedoch auch direct überzeugen wollen und es schien mir dies sogar durchaus geboten, nachdem Herwig[5]) gezeigt hat, dass bei Anwendung starker Inductionsströme man es wahrscheinlich nicht mit einem continuirlichen Hindurchströmen der Electricität zu thun hat, sondern vielmehr mit einer Entladung. Um mich nun davon zu überzeugen, dass die Methode Kohlrausch's mit alternirenden Stömen zuverlässige Resultate giebt, habe ich einige Vorversuche mit verschiedener Drehungsgeschwindigkeit des Magneten gemacht. Ich benutzte zu dem Zwecke eine Lösung von Schwefelsäure von etwa $^1/_2$ Procent Stärke. Die Resultate sind in folgender Tafel gegeben, in welcher p die Belastung des Laufwerks in Kilogrammen, n die Zahl der Umdrehungen des Magneten in der Minute, w den gefundenen Widerstand bedeuten, ferner i die Beobachtungstemperatur, $w_{19,37}$ die auf die mittlere Temperatur 19,37 reducirten Widerstände und endlich Δ die Abweichungen der einzelnen Beobachtungen vom Mittel.

---

4) Poggendorf's Annalen. Jubelband, pag. 290.
5) Poggendorf's Annalen Bd. CLIX pg. 61.

Tafel 1.

p	n	w	t	$w_{19,37}$	Δ
10	95	88,01	19,30	87,94	+ 0,08
13	125	87,85	19,38	87,87	+ 0,01
15	154	87,82	19,40	87,84	— 0,02
17	170	87,79	19,38	87,80	— 0,06
19	182	87,88	19,34	87,85	— 0,01
20	188	87,86	19,40	87,89	+ 0,03
Mittel.			19,37	87,86	

Jede Bestimmung von w ist das Mittel aus 2 Beobachtungen. Die Unterschiede, die man in den einzelnen Bestimmungen von w findet, rühren vorwiegend von Temperaturverschiedenheiten her. Man überzeugt sich davon bei Vergleichung der Zahlen in der Spalte $w_{19,37}$, die aus w mit dem Temperaturcoëfficienten 0,012 erhalten sind. Die beinahe vollständige Uebereinstimmung der Zahlen der vorletzten Spalte, die nur in einem Falle eine Differenz von 0,1 Procent ergeben, bürgt dafür, dass die Resultate genau sind, wenn man berücksichtigt, dass die Drehungsgeschwindigkeit im Verhältniss von 1 zu 2 geändert wurde. Zugleich sieht man wie genau diese Beobachtungsmethode ist und wie sehr Kohlrausch im Rechte war zu sagen, dass den grössten Fehler die Unsicherheit in der Temperaturbestimmung giebt.

3. *Den Electrodynamometer* erhielt ich von Herrn Inspector Leyser in Leipzig. Der Widerstand der äusseren Rolle betrug 138,23 S. E. bei 18°,0, der der inneren 266,60 S. E.; die Anhängung ist bifilar. Das Instrument war 5,86 Meter vom Maasstabe und Fernrohre entfernt. Der Maasstab ist von Milchglas und wurde von der Rückseite beleuchtet. Auf diese Weise erhält man ein ausgezeichnet scharfes Bild. Eine Einheit des Maasstabes beträgt $2{,}12^{cm}$, sie ist in 10 Theile getheilt und es konnte noch 0,01 geschätzt werden. Bei so schwachen Ablenkungen, wie ich sie benutzte, kehrte der Spiegel vollständig auf denselben Theilstrich zurück und behielt seine Lage Stunden und Tage hindurch unverändert.

4. *Das Widerstandsystem* ist in der Werkstube des Herrn Siemens in Berlin gefertigt und enthält eine Serie von 0,1 bis 5000 Einheiten. Ich habe die einzelnen Stücke unter einander verglichen und ganz unbedeutende Differenzen constatiren können. Bei der Combination vieler Widerstandsstücke summiren sich indessen die Fehler und ich habe deshalb die Correctionen nicht unberücksichtigt gelassen, obgleich im allerschlimmsten Falle diese Correction nur bis 0,12 S. E. reichte und zwar bei einem Widerstande von etwa 490

S. E. Ich habe bei meinen Beobachtungen nur die ganzen Einheiten benutzt, die Bruchtheile wurden durch Interpolation aus 2 Widerständen bestimmt, von denen der eine grösser, der andere kleiner als der gesuchte waren.

5. Es wurde ferner noch ein Weber'scher Stromwender benutzt, der den Ausschlag des Spiegels umwandte; zu dem Zwecke änderte der Commutator die Stromrichtung nur in der inneren Spirale des Dynameters, welche in die Brücke eingeschaltet war, während der Strom der äusseren Rolle, die sich im ungetheilten Strome befand, unverändert blieb. Die zwei verschiedenen Lagen des Commutators werde ich durch Com. I und II bezeichnen.

6. *Das Beobachtungsverfahren.* Eine volle Beobachtungsreihe wurde in folgender Ordnung gemacht. Aus einer grossen Pipette mit Quetschhahn von $395^{cm}68$ Capacität wurde die zu untersuchende Lösung in den Trog gebracht und derselbe dann horizontal eingestellt. Nachdem in den Zweig der Widerstand r_1 eingeführt, wurde die Temperatur abgelesen, der Commutator auf I gestellt und drei auf einander folgende Ablenkungen des Spiegels beobachtet. Aus den Ausschlägen wurde die Ruhelage α durch die Combination

$$\frac{\frac{a+c}{2}+b}{2},$$

bestimmt, in welcher a, b und c die drei auf einander folgenden Ausschläge bedeuten. Nun wurde der Commutator in Lage II gebracht und wiederum 3 Ausschläge gemessen, die die Ruhelage β ergaben, darauf drei folgende Ausschläge, aus denen eine zweite Bestimmung der Ruhelage β_1 gefunden wurde. Der Commutator wurde wieder auf I gebracht und die Ruhelage α_1 ermittelt. Das Mittel aus α und α_1 ebenso das aus β und β_1 ergeben die zwei Ruhelagen bei den Stellungen I und II des Commutators. Hierauf wurde ein neuer Widerstand r_2 eingeschaltet, so dass der gesuchte x_1 zwischen r_1 und r_2 lag, und nun genau wie früher verfahren, und alsdann die Temperatur abgelesen. Aus r_1 und r_2 wurde x_1 durch Interpolation gefunden. Nun wurden die Electroden verrückt und dieselben Beobachtungen bei geändertem Electrodenabstande gemacht, woraus der Widerstand x_2 bestimmt wurde. Der gesuchte Widerstand der Lösung ist dann $x_2 - x_1$. Alle angeführten Beobachtungen zusammen bilden *eine* Bestimmung des gesuchten Widerstandes. Es wurden alsdann 2 fernere Reihen gemacht.

Da in jeder einzelnen Reihe, für jeden Widerstand 12 Ausschläge des Spiegels gemessen wurden, und ein jeder Ausschlag bis 0,01 einer Einheit des Maasstabes genau ist, so wird r_1 sowie r_2 bis 0,003 einer Scaleneinheit genau sein.

Um das Beobachtungsverfahren zu erläutern und auch den Grad der Genauigkeit zu zeigen, führe ich hier einen vollen Versuch an. Es ist dies die erste Messung des Widerstandes der Chlorwasserstoffsäure. Die einzelnen Ausschläge des Spiegels sind nicht angeführt, sondern die aus ihnen berechneten Ruhelagen. In der folgenden Tabelle bedeutet L die grössere Entfernung des Electroden, l die kleinere.

Tafel 2.

1. Reihe.

Electroden	L						l					
Widerst.	$r_1 = 90 + 0{,}07$			$r_2 = 91 + 0{,}07$			$r_1 = 102 + 0{,}02$			$r_2 = 101 + 0{,}02$		
Commt.	I	II	t	I	II	t	I	II	t	I	II	t
Ablenk.	37,508	37,895	19,34	37,672	37,750		37,858	37,605	19,40	37,695	37,780	
	505	905		678	745	19,40	855	600		690	778	19,40
	37,506	37,900		37,675	37,748		37,856	37,602		37,692	37,779	
II—I	+ 0,394			+ 0,073			— 0,254			+ 0,087		
Correct.	+ 1,23						— 0,76					
	$x_1 = 91{,}30$			$t_1 = 19{,}37$			$x_2 = 101{,}26$			$t_2 = 19{,}40$		
	$R = 9{,}96$ $\quad t = 19{,}38$											

2. Reihe.

Widerst.	$r_1 = 91 + 0{,}07$			$r_2 = 92 + 0{,}07$			$r_1 = 101 + 0{,}02$			$r_2 = 102 + 0{,}02$		
Commt.	I	II	t	I	II	t	I	II	t	I	II	t
Ablenk.	37,710	37,802	19,40	37,908	37,635		37,700	37,788	19,40	37,878	37,630	
	735	808		910	635	19,40	705	785		885	630	19,40
	37,722	37,805		37,909	37,635		37,702	37,786		37,882	37,630	
II—I	+ 0,083			— 0,274			+ 0,084			— 0,252		
Correct.	+ 0,23						+ 0,25					
	$x_1 = 91{,}30$			$t_1 = 19{,}40$			$x_2 = 101{,}27$			$t_2 = 19{,}40$		
	$R = 9{,}97$ $\quad t = 19{,}40$											

3. Reihe.

Widerst.	$r_1 = 92 + 0{,}07$			$r_2 = 91 + 0{,}07$			$r_1 = 101 + 0{,}02$			$r_2 = 102 + 0{,}02$		
Commt.	I	II	t	I	II	t	I	II	t	I	II	t
Ablenk.	37,910	37,638	19,40	37,732	37,810		37,702	37,790	19,44	37,898	37,672	
	902	632		732	820	19,44	725	782		908	670	19,44
	37,906	37,635		37,732	37,815		37,714	37,786		37,903	37,671	
II—I	— 0,271			+ 0,083			+ 0,072			— 0,232		
Correct.	— 0,76						+ 0,24					
	$x_1 = 91{,}31$			$t_1 = 19{,}42$			$x_2 = 101{,}26$			$t_2 = 19{,}44$		
	$R = 9{,}95$ $\quad t = 19{,}43$											

Die 3 Beobachtungsreihen haben folgende Widerstände ergeben:

	9,96	bei 19°,38
	9,97	» 19,40
	9,95	» 19,43
Im Mittel	9,96	bei 19,40.

7. *Die untersuchten Verbindungen.* Ich habe die zu untersuchenden chemischen Verbindungen so gewählt, dass man die Aenderungen der Widerstände bei der Substitution verschiedener Basen oder Säuren in den Verbindungen untersuchen kann. Die geprüften Verbindungen sind in folgender Tabelle zusammengestellt.

Tafel 3.

	H_2	K_2	Na_2	Am_2	KH	NaH	AmH
H_2O_2	0	+	+	0	0	0	0
Cl_2	+	+	+	+	0	0	0
$(NO_3)_2$	+	+	+	+	0	0	0
SO_4	+	+	+	+	+	0	+
CO_3	0	+	+	0	+	+	+
CrO_4	+	+	+	+	+	0	+
C_2O_4	+	+	0	0	+	0	0

Die Verbindungen sind aus den Combinationen der in der ersten Vertical- und Horizontalspalte angeführten Elemente oder Elementencomplexe gebildet. Diejenigen Verbindungen, welche ich untersucht habe sind mit + bezeichnet, die mit 0 bezeichneten sind nicht untersucht, theils weil sie nicht existiren, theils weil ich sie mir nicht habe rein herstellen können. Im ganzen sind 30 Verbindungen untersucht.

II. Die Beobachtungen.

1. H_2Cl_2. Aequivalent $= 72{,}914$. Die Salzsäure ist im Handel sehr rein zu haben, es war daher nicht erforderlich sie zu reinigen. Ich bereitete mir zur Untersuchung 12 Lösungen verschiedener Stärke von $\frac{1}{4}$ bis $\frac{1}{255}$ Aequivalent im Liter. Die stärkste Lösung enthielt demnaeh etwa 1,8, die schwächste 0,03 Procent. Die Lösungen wurden auf folgende Weise bereitet. Zuerst stellte ich 4 Lösungen her von angenähert $\frac{1}{4} - \frac{1}{5} - \frac{1}{6}$ und $\frac{1}{7}$ Aequivalent. Aus der ersten Lösung bereitete ich dann, in sorgfältig calibrirten Kolben von $\frac{1}{2}$ und 1 Liter, Lösungen von $\frac{1}{8} - \frac{1}{16} - \frac{1}{32} - \frac{1}{64} - \frac{1}{128}$ und $\frac{1}{256}$ Aequivalent. Aus der zweiten Urlösung von $\frac{1}{5}$ Aequivalent wurde durch successive Halbirungen eine Lösung von

$\frac{1}{160}$ Aequivalent gemacht; die 3. Lösung von $\frac{1}{6}$ wurde verdünnt bis $\frac{1}{48} - \frac{1}{96} - \frac{1}{192}$ und die letzte endlich von $\frac{1}{7}$ bis $\frac{1}{224}$ Aequivalent. Nachdem die Widerstandsmessungen für alle Lösungen beendet waren, wurden die 4 Urlösungen mit Ammoniac titrirt, welcher gegen eine Salzsäurelösung von etwa $\frac{1}{8}$ Aequivalent normirt war. Die Salzsäurelösung war wiederum durch kohlensauren Kalk normirt. Auf diesem Wege fand ich folgende Concentrationen der Urlösungen oder ihrer ersten Halbirungen:

Lösung von $\frac{1}{7}$ Aequivalent enthält 0,142200 Aequivalent $= \frac{1}{7,03}$
» » $\frac{1}{8}$ » » 0,125508 » $= \frac{1}{7,97}$
» » $\frac{1}{10}$ » » 0,096672 » $= \frac{1}{10,34}$
» » $\frac{1}{12}$ » » 0,083468 » $= \frac{1}{11,98}$

Die Titrirungen sind mit grosser Sorgfalt gemacht und die Zahlen aus 5 bis 8 einzelnen Bestimmungen gefunden. Die ferneren Lösungen wurden nun aus den titrirten berechnet.

In der folgenden Tabelle sind die Resultale der Widerstandsbestimmungen für diese Lösungen aufgeführt. In der ersten Spalte steht die N° der Lösung, in der zweiten unter p ihre Stärke, immer die Anzahl der Aequivalente auf 1 Liter Lösung. R und r bedeuten die Widerstände bei den nebenstehenden Temperaturen T und t und endlich R_{18} den auf 18° reducirten Widerstand.

Tafel 4.

№	p	R	T	r	t	R_{18}
1	0,251016	9,96	19,40	10,65	15,04	10,15
2	0,125508	18,88	19,81	20,44	15,25	19,50
3	0,062754	35,56	21,21	39,32	15,94	37,85
4	0,031377	71,30	20,52	77,04	16,00	74,50
5	0,020867	105,99	20,69	115,67	15,67	111,18
6	0,015688	139,21	21,17	153,29	15,66	147,31
7	0,010433	210,10	20,76	221,53	17,52	219,84
8	0,007844	276,65	20,95	293,75	17,32	290,55
9	0,006042	352,79	21,51	380,62	17,34	376,22
10	0.005216	412,37	21,15	438,09	17,57	435,00
11	0,004430	484,12	21,05	511,14	17,85	509,83
12	0,003922	547,94	20,92	574,80	18,23	577,10

2. $H_2 2(NO_3)$ Aequivalent = 126. Auch die Salpetersäure kann im Handel sehr rein bezogen werden. Nachdem ich mich überzeugt hatte, dass die Säure weder merkbare Beimengungen von Schwefelsäure noch von Chlor hatte, hielt ich es für unnöthig sie noch auf irgend welche andere Beimengungen zu untersuchen oder sie gar zu reinigen. Ich stellte vier Lösungen der Säure her, die ich später mit Ammoniaklösung titrirte. Die Untersuchungen sind in folgender Tafel zusammengestellt.

Tafel 5.

№	*p*	*R*	*T*	*r*	*t*	R_{18}
1	0,25211	10,05	19,41	10,53	15,89	10,24
2	0,12638	19,09	19,60	20,26	16,07	19,62
3	0,06289	36,68	20,33	39,41	16,17	38,08
4	0,03113	73,00	19,40	76,56	16,79	74,91

3. $H_2 SO_4$ Aequivalent = 98. Die käufliche Schwefelsäure war so rein, dass sie ohne vorherige Reinigung benutzt werden konnte. Ich bereitete zwei Lösungen, von denen die erste auf das 2 — 4 — 8 — 16fache verdünnt wurde; durch Titrirung der 3 ersten Proben und Berechnung aus dem Mittel erhielt ich folgende 3 Concentrationen: 0,16048—0,08024 und 0,04012. Die zweite Lösung enthielt 0,026466 Aequivalente und wurde auf die Hälfte verdünnt. Auf diese Weise wurden 7 Lösungen verschiedener Stärke hergestellt, für welche ich folgende Resultate erhielt.

Tafel 6.

№	*p*	*R*	*T*	*r*	*t*	R_{18}
1	0,16048	23,98	22,19	25,07	17,78	25,02
2	0,08024	44,44	22,71	47,02	17,93	46,98
3	0,04012	82,13	22,62	87,90	17,62	87,46
4	0,02647	124,25	19,00	126,50	17,47	125,72
5	0,02006	157,15	20,10	162,96	17,08	161,19
6	0,01324	228,66	18,80	237,21	16,00	231,10
7	0,01003	291,91	19,01	305,71	15,49	295,87

4. $H_2 Cr O_4$ Aequivalent = 118,2. Die käufliche krystallisirte Chromsäure enthielt merkliche Beimengungen von Blei und Schwefelsäure; ich reinigte deshalb die Säure nach der von Zettnow [6]) angegebenen Methode durch Behandeln mit starker Salpetersäure und Abdampfen derselben. Aus der gereinigten Säure wurde eine Lösung von angenähert $^1/_8$ Aequivalent bereitet die durch successive Verdünnungen auf die halbe, viertheil und achttheilige Stärke gebracht wurde. Die zwei ersten Concentrationen wurden analytisch bestimmt durch Desoxydation der Säure mittelst Alcohol zu Chromoxyd. Auf diese Weise fand ich für die erste Probe 0,11946 Aequivalente für die zweite 0,05958. Da diese Zahlen im Verhältniss von 2 zu 1 stehen müssen, während in Wirklichkeit das Verhältniss 2,005 zu 1 gefunden wurde, so nahm ich für die 2. Probe das Mittel

$$\frac{0{,}11946 + 0{,}05958}{3} = 0{,}05968$$

Aequivalente, woraus die übrigen Concentrationen gefunden wurden. Die Untersuchungen der Chromsäure führten zu folgenden Resultaten.

Tafel 7.

№	p	R	T	r	t	R_{81}
1	0,11936	25,62	19,87	27,03	15,98	26,30
2	0,05968	49,18	20,16	51,93	16,90	51,00
3	0,02984	96,37	19,79	104,46	15,02	99,41
4	0,01492	188,15	19,71	203,93	15,09	193,93

5. $H_2 C_2 O_4$ Aequivalent = 90. Käufliche Oxalsäure wurde durch zweimaliges Umkrystallisiren gereinigt, dann eine Lösung von circa $\frac{1}{4}$ Aequivalent bereitet, die zu $\frac{1}{8}-\frac{1}{16}$ und $\frac{1}{32}$ Aequivalent verdünnt wurde. Titrirt wurde nur die erste Lösung, für welche ich eine Concentration von 0,24948 Aequivalente fand; die Stärke der übrigen Lösungen ist aus dieser berechnet.

---

6) Poggendorf's Annalen, CXLIII, 468.

Tafel 8.

№	*p*	*R*	*T*	*r*	*t*	R_{18}
1	0,24948	41,99	19,41	43,92	16,69	43,09
2	0,12474	68,72	18,95	71,89	16,42	69,91
3	0,06237	116,04	18,67	117,37	17,77	117,02
4	0,03118	201,35	18,52	204,99	17,15	202,73

6. $K_2 Cl_2$ Aequivalent = 149,19. Im Handel als reines Material bezogenes Chlorkalium habe ich noch drei mal umkrystallisirt, wobei ich aus 200 gr. Salz 60 gr. erhielt. Das Salz wurde stark erwärmt in einem Luftbache und dann in einem Exicator über Phosphorsäureanhydrit abgekühlt. Es war dies das erste Salz, welches ich untersuchte, und ich wollte mich dabei überzeugen, ob die zwei Methoden, nach denen ich die Lösungen präparirte, übereinstimmende Resultate ergaben. Für eine Serie von Lösungen habe ich die Salzmengen direct abgewogen und zwar für jede Lösung gesondert, für eine andere Serie wurde die erste der schon bereiteten Lösungen successive halbirt. Für dieses Salz liegen demnach zwei Reihen von Versuchen vor.

a. Für die erste Versuchsreihe wurden 4 Salzmengen abgewogen, aus denen die 4 Lösungen hergestellt wurden; aus der ersten Probe 1000^{cmc}, aus den folgenden je 500^{cmc}. Die Gewichte betrugen:

1. Probe 37,3014 gr. entsprechende Stärke 0,25002
2. » 9,3245 » » » 0,12500
3. » 4,6628 » » » 0,06250
4. » 2,3308 » » » 0,03125

Für diese Lösungen wurden folgende Widerstände gefunden:

Tafel 9.

№	*p*	*R*	*T*	*r*	*t*	R_{18}
1	0,25002	31,56	18,28	32,47	17,23	31,80
2	0,12500	61,77	18,18	63,52	17,14	62,03
3	0,06250	117,70	18,41	121,28	17,69	119,77
4	0,03125	233,63	18,35	237,19	17,72	235,27

b. Für die zweite Reihe wurde die erste der gebrauchten Lösungen durch successive Halbirungen weiter verdünnt, wobei folgende Widerstände gefunden wurden.

Tafel 10.

№	p	R	T	r	t	R_{18}
1	0,25002	31,17	18,95	32,35	17,27	31,84
2	0,12501	60,83	19,02	62,61	17,42	61,96
3	0,06250	117,00	18,93	121,17	17,42	119,57
4	0,03125	229,06	19,26	239,16	17,22	235,30

Die Resultate beider Versuchsreihen stimmen untereinander vollständig genügend und können daher zu einen gemeinsamen Mittel vereinigt werden. Diese mittleren Werthe sind in der folgenden Tafel zusammengestellt, wo R^a_{18} und R^b_{18} die Resultate der beiden einzelnen Reihen bedeuten, R_{18} das Mittel uud endlich δ die Differenzen zwischen R^a_{18} und R^b_{18}, ausgedrückt, in Procenten der Grösse R_{18}.

Tafel 11.

№	p	R^b_{18}	R^a_{18}	R_{18}	Δ
1	0,25002	31,84	31,80	31,82	+ 0,13
2	0,12500	61,96	62,03	62,00	— 0,11
3	0,06250	119,57	119,77	119,67	— 0,17
4	0,03125	235,30	235,27	235,28	+ 0,01

Die Differenzen zwischen den Widerständen der 3 letzten Lösungen sind nicht grösser als die zwischen den beiden der ersten Lösung; es sind also die Differenzen nicht dem Bereitungsverfahren zuzuschreiben, da ja N° 1 in beiden Versuchen dieselbe Lösung ist. Aber auch den Messungen der Widerstände sind die Abweichungen kaum zuzuschreiben und lassen sich wohl am wahrscheinlichsten durch Unsicherheiten in den Temperaturmessungen erklären. Es genügt nämlich in der Temperatur einen Fehler von 0°05 zu machen, um im Widerstande einen Fehler von 0,15 Procent zu erhalten. Diese zwei Versuchsreihen beweisen daher wie vorzüglich die Kohlrausch'sche Beobachtungsmethode ist.

7. $K_2(2NO_3)$ Aequivalent = 202,27. Der käuflich bezogene Kalisalpeter enthielt Chlor in geringer Menge; ich reinigte das Salz mit Silberlösung, krystallisirte es dreimal um, trocknete es anhaltend im Luftbade und liess es über Chlorcalcium abkühlen. Es wurden darauf durch Abwägung 4 Lösungen bereitet, eine jede von 500^{cmc}. In der folgenden Tabelle bedeutet Q das Gewicht des Salzes, p ist durch Division von Q durch das Aequivalentgewicht erhalten.

Tafel 12.

№	Q	p	R	T	r	t	R_{18}
1	25,2839	0,25000	37,29	18,41	39,33	15,93	37,63
2	12,6416	0,12500	68,39	18,74	73,47	15,45	69,56
3	6,3212	0,06250	129,62	18,25	137,82	15,49	130,36
4	3,1598	0,03124	244,69	18,59	260,12	15,78	247,96

8. K_2SO_4 Aequivalent = 174,27. Das käufliche Salz erwies sich bereits recht rein, ich habe es jedoch noch 3 mal umkrystallisirt. Darauf wurde das Salz lange Zeit im Luftbade getrocknet und über Phosphorsäureanhydrit abgekühlt. Von diesem Salze wurden durch Abwägung 7 Lösungen verschiedener Stärke bereitet. Die Gewichte des Salzes sind unter Q angeführt.

Tafel 13.

№	Q	p	R	T	r	t	R_{18}
1	25,2997	0,29035	35,73	20,61	38,13	17,03	37,47
2	21,7996	0,25017	40,77	19,88	43,34	17,19	42,57
3	12,6496	0,14517	65,40	20,28	70,16	17,09	68,80
4	6,3254	0,07259	121,30	20,04	129,59	17,09	127,03
5	5,4508	0,06256	138,74	19,91	146,28	17,32	144,30
6	3,1624	0,03629	230,21	18,81	237,38	17,49	234,61
7	2,7247	0,03127	265,61	18,37	269,46	17,99	269,36

9. K_2CO_3 Aequivalent = 138,37. Das kohlensaure Kali habe ich bereits vor mehreren Jahren als chemisch reines Material aus dem Laboratorium des Technologischen Institutes von meinem Collegen Professor Beilstein erhalten; und habe ich in der That in

demselben keinerlei Beimengungen nachweisen können. Ich präparirte eine Lösung von angenähert $^1/_4$ Aequivalent und brachte sie durch Verdünnung auf $^1/_8$ — $^1/_{16}$ und $^1/_{32}$ Aequivalent Stärke. Die beiden ersten Lösungen habe ich mit normirter Salzsäurelösung titrirt, wobei ich folgende Concentrationen fand:

für № 1..... 0,23638 Aequivalente
» № 2..... 0,11794 »

Das Mittel aus beiden Bestimmungen giebt für N° 1 — 0,23608 und für N° 2 — 0,11804 Aequivalente. Die Stärke der übrigen Lösungen ist hieraus berechnet.

Tafel 14.

№	p	R	T	r	t	R_{18}
1	0,23608	45,47	18,44	50,87	13,80	45,98
2	0,11804	84,49	18,27	94,24	13,68	85,06
3	0,05902	153,62	19,17	176,15	13,44	158,22
4	0,02951	287,69	19,29	330,90	13,40	297,34

10. $K_2 Cr O_4$ Aequivalent = 194,47. Dieses Salz habe ich aus sorgfältig gereinigtem rothem Chromsaurem Kali bereitet. Eine Lösung des gelben Salzes von angenähert $^1/_2$ Aequivalent wurde auf $^1/_8$ — $^1/_{16}$ und $^1/_{32}$ Aequivalent verdünnt; die zweite dieser Lösungen von $^1/_8$ Aequivalent wurde analysirt. Ich fällte zu dem Zwecke die Lösung mit titrirtem Chlorbarium im Ueberschuss; aus dem Ueberschuss fällte ich kohlensauren Baryt durch kohlensaures Ammoniak, und löste den Niederschlag in titrirter Salzsäure. Ich fand auf diese Weise, aus 3 gut stimmenden Analysen, die Stärke der Lösung = 0,13191 Aequivalente, woraus dann die Stärke der übrigen Lösungen berechnet wurde.

Tafel 15.

№	p	R	T	r	t	R_{18}
1	0,26382	38,26	18,58	43,36	13,10	38,80
2	0,13191	70,64	19,06	78,75	14,37	72,47
3	0,06596	133,83	18,63	144,95	15,19	135,77
4	0,03298	253,46	18,28	269,31	15,63	255,63

11. $K_2C_2O_4 + H_2O$ Aequivalent $= 184{,}2$. Ich habe reines käufliches oxalsaures Kali dreimal umkrystallisirt und ohne Erwärmung über Phosphorsäureanhydrit anhaltend getrocknet. Es wurde eine Lösung bereitet, aus 46,0005 gr. auf 1000^{cmc}. Hieraus bestimmt sich die Stärke zu 0,24973 Aequivalenten. Die übrigen Lösungen wurden durch Verdünnung erhalten und ihre Stärke berechnet.

Tafel 16.

№	*p*	*R*	*T*	*r*	*t*	R_{18}
1	0,24973	40,39	19,70	42,77	16,81	41,79
2	0,12486	74,62	19,80	78,71	17,26	77,52
3	0,06243	138,01	20,24	145,92	17,63	144,80
4	0,03122	260,03	19,95	270,89	18,35	273,27

12. $K_2H_2O_2$ Aequivalent $= 112{,}3$. Ueber das Aetzkali liegen 2 Untersuchungsreihen vor.

a. In der ersten Reihe löste ich reines käufliches Aetzkali (Kalium hydricum purissimum) und verdünnte dann die Lösung 2, 4 und 8fach. Die Stärke der zweiten und dritten Lösung bestimmte ich durch Titriren mit Salzsäure. Hierbei zeigte sich in der Lösung eine beträchtliche Menge kohlensauren Kali's, dessen Gehalt ich besonders bestimmte durch Fällen mit Chlorbarium. Beim Titriren mit Salzsäure wurden Aetzkali und das kohlensaure Salz zusammen bestimmt. Mit Salzsäure fand ich als Summe beider Verbindungon

in der 2. Lösung 0,22113
» » 3. » 0,11056

Kohlensaures Kali wurde gefunden

in der 1. Lösung 0,01476
» » 2. » 0,00753
und im Mittel 0,01486 und 0,00743

Die Differenzen zwischen den ersten Zahlen und diesen letzten geben den Gehalt an Aetzkali. In der folgenden Tabelle bedeutet *p* den Gehalt an Aetzkali, p_1 den an kohlensauren Salz.

Tafel 17.

№	p_1	p	R	T	r	t	R_{18}
1	0,02972	0,41254	10,48	17,64	10,58	16,38	10,45
2	0,01486	0,20627	19,40	18,32	19,92	16,30	19,55
3	0,00743	0,10313	37,52	18,32	38,77	15,74	37,68
4	0,00372	0,05156	71,93	18,82	75,31	16,17	72,98

b. Für die zweite Versuchsreihe habe ich das Aetzkali selbst hergestellt aus reinem Kalk und kohlensaurem Kali. Das Präparat war sehr rein, enthielt keine Kohlensänre und nur eben nachweisbare Spuren von Kieselsäure. Die hergestellte Lösung wurde durch successives angenähertes Halbiren verdünnt, wobei indessen Sorge getragen war, dass die Lösung nur mit solcher Luft in Berührung kam, welcher die Kohlensäure entzogen war; auch das zum Verdünnen erforderliche Wasser war durch Kochen von der Kohlensäure befreit und noch heiss in die zum Verdünnen benutzten Flaschen gebracht worden. Es ist nicht erforderlich alle Vorsichtsmassregeln hier näher zu beschreiben, es sei nur hervorgehoben, dass nur während der Messung des Widerstandes die Kohlensäure der Luft hatte absorbirt werden können. Dass in dieser Zeit sich nur wenig kohlensauren Kalis bildete, dafür sprechen die guten Uebereinstimmungen von drei Messungen, die unmittelbar eine nach der andern angestellt wurden. Nur die letzte Probe habe ich fortlassen müssen, da ich während des Versuches in der Arbeit auf etwa 1 Stunde unterbrochen wurde und nach Wiederaufnahme derselben den Widerstand der Lösung merkbar grösser fand.

Die 3 Lösungen wurden mit Salzsäure titrirt und ergaben die in der Tabelle angeführten Concentrationen.

Tafel 18.

№	p	R	T	r	t	R_{18}
1	0,07688	52,26	18,42	53,62	16,78	52,61
2	0,04086	96,77	18,35	98,92	16,87	97,28
3	0,02117	183,94	18,55	194,29	16,05	186,20

13. Na_2Cl_2 Aequivalent = 117,01. Schon als rein bezogenes Kochsalz wurde 3 mal umkrystallisirt, im Luftbade stark und anhaltend erhitzt und über Phosphorsäureanhydrit abge-

kühlt. Alle 4 Lösungen wurden durch Abwägen der Salzproben für 500^{cm} Lösung hergestellt. Die Gewichte und daraus berechneten Concentrationen der Lösungen sind in der folgenden Tabelle angeführt.

Tafel 19.

№	Q	p	R	T	r	t	R_{18}
1	14,6260	0,25000	39,38	20,13	42,01	17,46	41,62
2	7,3128	0,12499	72,67	20,87	79,21	17,17	77,74
3	3,6566	0,06251	137,02	21,26	150,14	17,21	147,58
4	1,8283	0,03125	262,40	21,25	287,76	17,28	283,18

14. $Na_2 2(NO_3)$ Aequivalent = 107,09. Das Natronsalpeter habe ich wie das Kochsalz behandelt; durch 3faches Umkrystallisiren gereinigt, stark erwärmt und über Phosphorsäureanhydrit gekühlt. Die Lösungen wurden durch Abwägen der Salzmengen für 500^{cmc} bereitet.

Tafel 20.

№	Q	p	R	T	r	t	R_{18}
1	21,2606	0,24999	41,08	22,33	46,08	17,05	45,18
2	10,6364	0,12507	77,38	21,21	84,71	17,11	83,12
3	5,3179	0,06253	144,95	21,22	157,50	17,57	156,02
4	2,6686	0,03138	273,04	21,75	294,89	17,97	294,72

15. $Na_2 SO_4$ Aequivalent = 142,09. Das Glaubersalz wurde 3 mal krystallisirt, stark erwärmt und über Phosphoranhydrit abgekühlt. Die Lösungen wurden durch Wägungen hergestellt.

Tafel 21.

№	Q	p	R	T	r	t	R_{18}
1	17,7698	0,25016	51,98	21,21	59,35	15,89	56,43
2	8,8850	0,12506	91,73	21,31	104,65	15,84	99,55
3	4,4425	0,06253	165,38	21,39	188,58	15,91	179,73
4	2,2212	0,03126	308,57	20,68	338,07	16,82	329,05

16. Na_2CO_3 Aequivalent = 106,09. Die Soda wurde 3mal krystallisirt, im Luftbade getrocknet und über Phosporsäureanhydrit abgekühlt. Die Lösungen wurden aus, für 500^{cmc}, abgewogenen Salzmengen hergestellt.

Tafel 22.

№	Q	p	R	T	r	t	R_{18}
1	13,2608	0,24999	57,37	21,19	64,40	16,30	61,96
2	6,6300	0,12499	101,79	20,26	113,19	16,22	108,17
3	3,3149	0,06249	180,91	20,64	202,56	16,25	193,93
4	1,6568	0,03123	329,71	20,76	370,99	16,16	354,48

Die Stärke der zwei ersten Lösungen habe ich ausserdem durch Titrirung mit Salzsäure bestimmt; für die erste Lösung fand ich 0,24998, für die zweite 0,12522 Aequivalente. Diese Concentrationen stimmen sehr gut mit den aus dem Gewicht berechneten überein; ich habe indessen nur die letzteren angenommen, weil ich sie für genauer halte.

17. Na_2CrO_4 Aequivalent = 162,69. Das gelbe chromsaure Salz des Natrons habe ich mir nach Bunsens Methode durch Glühen vom Chromxyd mit Salpetersaurem Natron, Auflösen und Auskrystallisiren dargestellt. Vor dem Abwägen wurde das Salz stark erhitzt und über Aetzkali gekühlt. Die stärkste Lösung wurde 2, 4 und 8 mal verdünnt. Die zweite Lösung wurde wie das entsprechende Kalisalz analysirt. Es ergab sich eine Stärke von 0,14201 Aequivalenten. Die Stärke der übrigen Lösungen ist hieraus berechnet.

Tafel 23.

№	p	R	T	r	t	R_{18}
1	0,28402	45,75	20,18	48,60	17,77	48,33
2	0,14201	81,75	20,48	87,14	17,74	86,63
3	0,07100	149,22	20,81	159,60	17,73	158,69
4	0,03550	277,60	20,58	298,59	17,57	295,31

18. $Na_2H_2O_2$ Aequivalent = 80,10. Wie für das Aetzkali sind auch für das Aetznatron zwei Versuchsreihen gemacht.

a. Für den ersten Versuch benutzte ich reines käufliches Natron (natrium hydricum purissimum). Ich stellte aus ihm die erste Lösung her und erhielt die andern durch Verdünnung der ersten. In der Lösung war eine beträchtliche Menge kohlensauren Natrons enthalten, dessen Gehalt ich in der 2. und 3. Lösung ermittelte und resp. 0,01563 und 0,00793 fand. Der mittlere Gehalt an kohlensaurem Natron ergiebt sich hieraus für die 2. Lösung zu 0,01571, für die dritte zu 0,00785 Aequivalenten. Durch Titriren mit Salzsäure wurde der Gehalt an Aetznatron mit kohlensaurem Salz zusammen gefunden und zwar in der 2. Probe 0,32368, in der dritten 0,16184 Aequivalente. Für die übrigen Lösungen wurde die Stärke durch Rechnung gefunden. In der folgenden Tabelle bedeutet p den Gehalt an Aetznatron, p' den an kohlensaurem Salze.

Tafel 24.

№	p_1	p	R	T	r	t	R_{18}
1	0,03142	0,64736	8,22	19,72	8,87	15,88	8,51
2	0,01571	0,32368	14,37	20,04	15,36	16,81	15,03
3	0,00786	0,16184	27,11	19,67	29,08	16,11	28,03
4	0,00393	0,08092	51,33	19,82	55,65	16,21	53,53

b. Für die 2. Versuchsreihe habe ich das Aetznatron genau so hergestellt und behandelt wie das Aetzkali in Punkt 12, *b*. Die Lösungen waren frei von Kohlensäure und enthielten nur Spuren von kieselsaurem Natron. Die Stärke der Lösungen wurde durch Titriren mit Salzsäure ermittelt.

Tafel 25.

№	p	R	T	r	t	R_{18}
1	0,12820	34,00	21,24	37,48	16,12	36,20
2	0,06285	66,55	20,96	73,25	16,17	70,65
3	0,03014	134,92	21,41	150,31	15,98	144,58
4	0,01596	259,74	20,19	282,32	15,80	271,00

19. Am_2Cl_2 Aequivalent = 106,92. Dieses Salz habe ich im Handel sehr rein erhalten. Beim Erhitzen eines Grammes desselben blieb auf einem Platinblech ein kaum merk-

licher Rückstand, der in einem Tropfen Wasser gelöst, bei Zusatz eines Tropfens Silberlösung, eine ganz schwache Trübung gab; ein Zusatz von Bariumsalz trübte den Tropfen nicht. Der Rückstand betrug noch nicht 0,1 mgr., die auf meiner Waage mit Sicherheit nachweisbar sind. Auf diese Prüfungen hin habe ich das Salz nicht weiter gereinigt. Ich stellte mir aus dem Salze, welches sorgfältig getrocknet war, eine Lösung von angenähert $^1/_4$ Aequivalent her, die ich dann durch Halbiren weiter verdünnte. Die Stärke der dritten Lösung bestimmte ich durch Fällung mit Silberlösung, wobei ich einen Gehalt von 0,06270 Aequivalent fand. Die übrigen Lösungen sind hieraus berechnet.

Tafel 26.

№	p	R	T	r	t	R_{18}
1	0,25080	31,33	20,46	33,96	16,48	32,96
2	0,12540	59,39	20,66	64,59	16,81	62,98
3	0,06270	114,17	20,60	123,04	17,16	120,47
4	0,03135	223,72	19,96	232,31	18,17	233,13

20. $Am_2\,2(NO_3)$ Aequivalent $= 160{,}00$. Dieses Salz wurde vor mehreren Jahren auf meine Bestellung in der hiesigen chemischen Fabrik des Dr. Erdmann hergestellt; es war sehr rein, und wurde nicht weiter gereinigt, da die Widerstandsmessungen selbst dafür bürgten, dass irgendwelche wesentliche Verunreinigungen nicht vorhanden waren. Ich habe das Salz 3 Wochen lang über Phosphorsäureanhydrit getrocknet und wog dann 4 zu den Lösungen erforderliche Salzmengen ab; diese Gewichte sind unter Q angegeben.

Tafel 27.

№	Q	p	R	T	r	t	R_{18}
1	20,0007	0,25001	33,98	20,14	37,75	14,84	35,50
2	9,9997	0,12500	63,65	20,48	71,19	15,20	67,65
3	5,0001	0,06250	122,68	19,92	134,71	15,46	127,86
4	2,5011	0,03126	235,93	19,54	259,75	15,51	244,03

21. Am_2SO_4 Aequivalent $=132{,}00$. Ich habe das Salz rein hergestellt aus Ammoniac-Lösung und Schwefelsäure bis zu neutraler Reaction und habe es dann noch 2 mal krystallisirt. Die Lösungen wurden nach Gewicht bereitet.

Tafel 28.

№	Q	p	R	T	r	t	R_{18}
1	16,4998	0,25000	42,21	20,15	46,31	15,94	44,30
2	8,2496	0,12500	77,76	19,66	83,72	16,42	80,81
3	4,1238	0,06248	142,64	19,65	152,89	17,07	149,20
4	2,0630	0,03124	263,87	16,67	277,02	17,37	273,42

22. Am_2CrO_4 Aequivalent $=150{,}40$. Ich habe das gelbe Salz aus dem sauren, dem rothen, durch Sättigung mit Ammoniac gewonnen und habe es zweimal umkrystallisirt. Die Lösungen wurden nach Gewicht bereitet, nachdem das Salz über Chlorkalium, in einer an Ammoniac reichen Atmosphäre, getrocknet war. Da dieses Salz indessen leicht einen Theil seines Ammoniak abgiebt, so fällte ich aus der zweiten Lösung die Chromsäure durch Barytsalzlösung, die vor und nach der Fällung titrirt wurde. Auf diesem Wege fand ich aus der zweiten Lösung einen Gehalt von 0,12715, während dieselbe, aus dem Gewichte berechnet 0,12682 betrug. Diese Zahen differiren so wenig, dass ich das Salz als mit Ammoniak gesättigt betrachtet habe.

Tafel 29.

№	Q	p	R	T	r	t	R_{18}
1	19,0751	0,25366	45,75	20,18	48,60	17,77	48,33
2	9,5373	0,12682	81,75	20,48	87,14	17,74	86,63
3	4,7678	0,06340	149,22	20,81	159,60	17,73	158,69
4	2,3843	0,03171	277,60	20,58	298,59	17,57	295,31

23. $K_2H_2 2(SO_4)$ Aequivalent $= 272{,}27$. Halbgesättigtes schwefelsaures Kali habe ich aus gesättigtem Salze und Schwefelsäure gewonnen. Ich habe das Salz untersucht ohne

es auf seine Reinheit zu prüfen. Später stiegen mir Zweifel über die Reinheit desselben auf und ich unterzog der Untersuchung noch ein zweites Salz. Es liegen auf diese Weise zwei Versuchsreihen vor.

a. Durch anhaltendes Erhitzen von K_2SO_4 und H_2SO_4 gewonnen. Es wurden 5 Lösungen nach Gewicht hergestellt.

Tafel 30.

№	Q	p	R	T	r	t	R_{18}
1	34,0341	0,25000	15,25	18,44	15,80	16,54	15,42
2	17,0169	0,12500	27,54	19,13	28,41	16,29	27,88
3	8,5084	0,06250	49,85	18,71	51,53	16,12	50,31
4	4,2542	0,03125	88,71	19,14	92,31	16,10	90,48
5	2,1271	0,01562	158,96	19,01	164,17	16,44	161,01

b. Eine zweite Probe des sauren schwefelsauren Kalis erhielt ich aus dem Laboratorium des Technologischen Institutes. Ich trocknete das Salz andauernd im Luftbade, kühlte es über Phosphorsäureanhydrit ab und wog davon 67,8279 gr. für 1000^{cmc} Lösung ab. Die übrigen Lösungen erhielt ich durch Verdünnen der ersten. Die Stärke der ersten Lösung betrug 0,24912 Aequivalent. Ich habe darauf die 3 ersten Proben mit Ammoniaclösung titrirt und die Stärke gefunden: 0,24796 — 0,12458 und 0,06278. Bestimmt man die Stärke der zweiten Lösung aus den Titrirungen der 1. und 3., so hat man für diese Lösung drei Werthe:

0,12398
0,12458
0,12556

Im Mittel 0,12470

Hieraus erhält man für die erste Lösung die Stärke 0,24940 statt 0,24912 wie sie das Gewicht des Salzes ergiebt. Die Zahlen stimmen bis auf 0,1 Procent. Ich habe daher das Salz für rein gehalten und als Stärke der Lösungen die aus den Wägungen bestimmten Werthen angenommen.

Tafel 31.

№	*p*	*R*	*T*	*r*	*t*	R_{18}
1	0,24912	15,52	20,96	15,88	16,63	15,76
2	0,12456	27,64	20,62	28,70	16,88	28,38
3	0,06228	50,10	19,85	51,89	16,69	51,15
4	0,03114	89,98	19,16	93,75	16,41	91,86

Obgleich die Widerstände in den Tafeln 30 und 31 wenig von einander differiren, so sind diese Differenzen doch grösser als die Beobachtungsfehler und ich glaube daraus folgern zu dürfen, dass das von mir bereitete Salz etwas freie Schwefelsäure enthielt. Aus diesem Grunde habe ich nur die letzten Zahlen als richtig angenommen und die in Tafel 30 gegebenen nicht weiter berücksichtigt.

24. $K_2H_2 2(CO_3)$ Aequivalent $= 200{,}27$. Halbgesättigtes kohlensaures Kali wurde durch dreifaches Umkrystallisiren aus reinem käuflichem Salz gewonnen. Es wurde eine Lösung von angenähert $^1/_4$ Aequivalent bereitet und dann weiter verdünnt. Die erste Lösung titrirte ich mit Ammoniak und Salzsäure und fand ihre Stärke 0,23750. Die Stärke der übrigen Lösungen ist hieraus berechnet.

Tafel. 32.

№	*p*	*R*	*T*	*r*	*t*	R_{18}
1	0,23750	44,46	18,63	49,40	15,07	45,73
2	0,11875	84,25	18,70	92,44	14,75	85,70
3	0,05938	157,36	19,00	172,16	15,04	161,10
4	0,02969	293,37	19,50	324,82	15,17	304,26

25. $K_2Cr_2O_7$ Aequivalent $= 276{,}40$. Sehr reines im Handel bezogenes Salz wurde 3 mal umkrystallisirt, stark erhitzt und über Phosphorsäureanhydrit abgekühlt. Die Lösungen wurden durch Wägungen bereitet; die Stärke der 3. Lösung bestimmte ich ausserdem durch titrirte Chlorbariumlösung. Ich fand die Stärke 0,07073 Aepuivalente, während aus dem Gewichte des Salzes die Stärke 0,07063 folgt. Ich habe die letztere Bestimmung, als die sicherere, beibehalten.

Tafel 33.

№	Q	p	R	T	r	t	R_{18}
1	39,0507	0,28257	35,64	19,62	39,64	15,01	37,05
2	18,3005	0,13242	71,09	19,62	78,64	15,13	73,75
3	9,7618	0,07063	127,60	19,11	138,26	15,67	131,04
4	4,8812	0,03532	248,78	18,14	258,51	16,41	247,99

26. $K_2H_2 2(C_2O_4) + 2H_2O$ Aequivalent $=292{,}0$. Ich habe das käufliche Salz dreimal umkrystallisirt und über Phosphorsäureanhydrit getrocknet. Die Lösungen wurden durch Verdünnung bereitet und die zweite von ihnen titrirt, wobei ich die Stärke 0,11170 fand.

Tafel 34.

№	p	R	T	r	t	R_{18}
1	0,22340	95,08	19,17	101,76	15,71	97,34
2	0,11170	155,85	20,17	168,34	15,79	162,04
3	0,05585	272,04	19,24	291,79	15,40	278,42
4	0,02792	473,88	20,29	514,97	15,83	494,38

27. $Na_2H_2 2(CO_3)$ Aequivalent $= 168{,}09$. Reines käufliches Salz habe ich dreimal umkrystallisirt sind dann durch Verdünnung die Lösungen hergestellt. Die dritte Lösung wurde mit Ammoniak und Salzsäure titrirt; sie ergab eine Stärke von 0,12076 Aequivalent; die Stärke der übrigen Lösungen wurde hieraus berechnet.

Tafel 35.

№	p	R	T	r	t	R_{18}
1	0,24152	62,91	18,11	66,51	15,74	63,08
2	0,12076	116,55	18,44	120,30	15,32	112,78
3	0,06038	201,08	18,91	217,18	15,79	205,78
4	0,03019	373,48	19,10	405,53	16,00	384,85

28. $Am_2H_2 2(SO_4)$ Aequivalent = 240,08. Das Salz wurde dreimal umkrystallisirt. Die erste Lösung erhielt ich aus 52,7965 gr. auf 1000^{cmc} Lösung, die übrigen durch Verdünnen.

Tafel 36.

№	*p*	*R*	*T*	*r*	*t*	R_{18}
1	0,21995	16,46	19,94	17,09	16,20	16,79
2	0,10998	30,30	20,17	31,36	16,35	30,90
3	0,05499	54,74	20,20	57,30	16,47	56,28
4	0,02750	98,45	20,08	103,08	16,38	101,05
5	0,01375	176,25	19,82	184,56	16,88	181,40

29. $Am_2H_2 2(CO_3)$ Aequivalent = 158,00. Das Salz wurde dadurch herdestellt, dass durch eine gesättigte Lösung von Ammonium carbonicum purissimum Kohlensäure durchgeleitet wurde bis sich Krystalle bildeten, welche auf einer porösen Thonplatte getrocknet wurden. Die Lösungen wurden durch Verdünnen hergestellt. Die Stärke der ersten Lösung bestimmte ich durch Fällung von kohlensaurem Baryt, der durch titrirte Salzsäure bestimmt wurde. Die Stärke der übrigen Lösungen ist aus der ersten berechnet.

Tafel 37.

№	*p*	*R*	*T*	*r*	*t*	R_{18}
1	0,13620	75,94	18,41	78,77	16,34	76,50
2	0,06810	141,63	18,21	148,95	15,67	142,24
3	0,03405	268,50	18,09	282,83	15,50	269,00
4	0,01702	509,81	18,27	528,90	15,96	512,04

30. $Am_2Cr_2O_7$ Aequivalent = 234,13. Reines im Handel erhaltenes Salz habe ich dreimal umkrystallisirt und die Lösungen durch Verdünnung der ersten erhalten. In der ersten Lösung wurde die Chromsäure durch eine titrirte Lösung von Chlorbarium gefällt und bestimmt. Die Stärke der übrigen Lösungen ist aus der ersten berechnet.

Tafel 38.

№	p	R	T	r	t	R_{18}
1	0,35336	30,29	21,42	33,87	15,92	32,52
2	0,17668	56,54	21,55	63,18	16,21	60,99
3	0,08834	107,64	21,29	119,41	16,56	115,88
4	0,04417	206,99	20,99	229,35	16,28	211,19

III. Reductionen auf Lösungen aequivalenter Stärke.

Die in den Tabellen 4 — 38 aufgeführten Widerstände sind mit einander direct nicht vergleichbar, weil sie sich auf Lösungen beziehen, die nicht aequivalente Concentrationen besitzen. Um die Zahlen vergleichbar zu machen müssen sie noch einer Reduction auf aequivalente Stärken unterzogen werden. Nun zeigt ein Blick auf vorstehende Tafeln, dass die Widerstände in keiner einfachen Beziehung zu den Stärkegraden der Lösungen stehen und dass das Gesetz der Proportionalität zwischen Leitungsfähigkeit und Concentrationsgrad durchaus nicht Anwendung findet. Es wachsen nämlich, ohne Ausnahme, die Widerstände langsamer als die Concentrationen abnehmen. Um eine Reduction auf aequivalente Concentrationsgrade ausführen zu können, müssen demnach Interpolationsformeln hergeleitet werden, die den Zusammenhang zwischen Stärke und Leitungsfähigkeit innerhalb der Beobachtungsgrenzen ausdrücken. Um die Form dieser Interpolationsgleichungen aufzufinden, die nicht nur für die untersuchten vier Concentrationsgrade Gültigkeit hätten, sondern auch anwendbar wären für viel weiter gehende Verdünnungen, habe ich für Salzsäure und Schwefelsäure eine grössere Anzahl von Lösungen untersucht, da mir die übrigen Verbindungen demselben Gesetze zu folgen schienen wie diese zwei Säuren.

Um die Interpolationsformeln herzuleiten ist es bequemer die Beobachtungsresultate in veränderter Form darzustellen. Um Lösungen eines und desselben Stoffes, jedoch von verschiedener Concentration, mit einander vergleichbar zu machen, habe ich die Widerstände nicht auf gleiche Querschnitte bezogen, sondern auf solche, welche eine gleiche Molekelanzahl der Verbindung enthalten. Die Widerstände solcher Querschnitte werden gefunden, wenn man den beobachteten Widerstand mit der Stärke der Lösung p multiplicirt, so dass dieser Widerstand $p.R_{18}$ wird. Wäre das Gesetz der umgekehrten Proportionalität zwischen Widerstand und Stärke gültig, so müssten die Producte $p.R_{18}$ für alle Lösungen

desselben Salzes constant sein und sie würden den Widerstand einer Lösung ausdrücken, welche ein Aequivalent des Salzes in 1000^{cmc} enthält, bei einem Querschnitt und Electrodenabstande, wie sie bei den Versuchen stattfanden. Dass eine Constanz des Productes $R_{18}.p$ nicht besteht, ersieht man schon aus den vorhergehenden Tafeln, noch deutlicher indessen aus der folgenden Tabelle 39, wo die Resultate für alle Salze zusammengestellt sind. Die Abweichung der Producte vom constanten Werthe giebt ein Maass für die Abweichung vom Gesetze des Proportionalität.

Viele Verbindungen sind in Stärkegraden von genau $^1/_4$—$^1/_8$—$^1/_{16}$ und $^1/_{32}$ Aequivalent auf ein Liter Lösung genommen; daher wird die Rechnung vereinfacht, wenn man statt des Productes $p.R_{18}$ das andere $4pR_{18}$ bildet. Der Factor $4p$ beträgt für solche Verbindungen resp. 1—$^1/_2$—$^1/_4$ und $^1/_8$. Der Widerstand $4pR_{18}$ bezieht sich auf eine Lösung von $^1/_4$ Aequivalent im Liter.

Für die ferneren Deductionen ist es vortheilhaft von dem Widerstande zu der Leitungsfähigkeit überzugehen, die, zur Vermeidung kleiner Brüche, noch mit 1000 multiplicirt werden soll. Wenn diese Leitungsfähigkeit mit L bezeichnet wird, so findet man sie aus dem Ausdrucke:

$$L = \frac{1000}{4pR_{18}}$$

Hier bezeichnet also L die Leitungsfähigkeit der Lösungen mit gleicher Molekelanzahl, nicht nur für aequivalente Lösungen verschiedener Verbindungen, sondern auch für Lösungen einer und derselben Verbindung aber von verschiedenen Concentrationsgraden. Denkt man sich die Molekeln in der Lösung als Fäden von einer Electrode zur anderen gehend, und betrachtet einen jeden solchen Faden als Leiter, so drückt L die Summe der Leitungsfähigkeiten dieser Fäden aus, und da in aequivalenten Lösungen die Zahl der Fäden dieselbe ist, so ist L proportional der Leitungsfähigkeit eines Fadens. Ich werde in Zukunft L die *aequivalente* Leitungsfähigkeit nennen.

Ohne hier in eine Prüfung der Interpolationsformeln einzugehen, soll nur bemerkt werden, dass ich 4 verschiedene Formeln benutzt habe. Es erwies sich, dass alle Chlorverbindungen und ebenso die der Salpetersäure und endlich auch das Aetzkali und Aetznatron durch eine Gleichung von der Gestalt:

$$L = a(1 - bp^{0,5})$$

ausgedrückt werden. Die Leitungsfähigkeit der Schwefelsäure und der schwefelsauren Salze wird gut ausgedrückt durch die Gleichung

$$L = a\left(1 + \frac{b}{p^{0,2}}\right)$$

Nur das schwefelsaure Ammoniak wird besser ausgedrückt durch

$$L = a\left(1 + \frac{b}{p^{0,3}}\right)$$

Für die Leistungsfähigkeit aller andern Salze gilt die Gleichung

$$L = a(1 - bp^{0,1})$$

Für die verschiedenen Salze habe ich die Coëfficienten a und b gewöhnlich aus den Untersuchungen an den zwei äussersten Lösungen, der stärksten und der schwächsten, berechnet, die zweite und dritte Lösung dienten zur Controlle; betrugen die Differenzen zwischen Rechnung und Beobachtung für diese 2 Lösungen mehr als 0,1, jedoch weniger als 0,2, so wurde die Rechnung nach der Methode der kleinsten Quadrate gemacht. Differenzen über 0,2 kamen bei 4 Concentrationsgraden einer Lösung nicht vor. Mit den auf diese Weise ermittelten Coëfficienten a und b berechnete ich dann die Leitungsfähigkeiten für 5 Concentrationen von $^1/_4$ bis $^1/_{64}$ Aequivalent im Litre Lösung. Die Resultate dieser Berechnungen sind in der folgenden Tabelle angeführt, wo der Index bei L den Bruchtheil des Aequivalentes angiebt, welcher in 1000^{cmc} der Lösung enthalten ist, auf welche sich L bezieht.

Tafel 39.

№	Salz.	L_4	L_8	L_{16}	L_{32}	L_{64}
1	H_2Cl_2	98,1	102,2	105,1	107,2	108,5
2	$H_2 2(NO_3)$	96,8	101,3	104,5	106,8	108,4
3	H_2SO_4	58,5	63,6	68,3	73,7	79,9
4	H_2CrO_4	75,0	79,2	82,3	84,4	85,9
5	$H_2C_2O_4$	22,1	29,5	34,8	38,5	41,1
6	K_2Cl_2	31,3	32,5	33,3	33,9	34,4
7	$K_2 2(NO_3)$	26,4	29,0	30,8	32,1	33,0
8	K_2SO_4	23,5	25,7	27,8	29,7	31,5
9	K_2CrO_4	24,6	26,4	28,2	29,7	31,3
10	$K_2C_2O_4$	23,4	25,5	27,5	29,3	31,0
11	K_2CO_3	22,9	24,8	26,7	28,4	29,9
12	$K_2H_2O_2$	59,3	61,0	62,1	63,0	63,6
13	Na_2Cl_2	23,7	25,7	27,2	28,2	29,0
14	$Na_2 2(NO_3)$	21,9	24,2	25,8	26,9	27,7
15	Na_2SO_4	17,6	20,0	22,2	24,2	26,0

№	Salz.	L_4	L_8	L_{16}	L_{32}	L_{64}
16	$Na_2 CrO_4$	18,6	20,7	22,6	24,4	26,0
17	$Na_2 CO_3$	16,2	18,5	20,6	22,6	24,5
18	$Na_2 H_2 O_2$	50,7	53,5	55,5	56,9	57,9
19	$Am_2 Cl_2$	30,3	32,0	33,3	34,2	34,8
20	$Am_2 2(NO_3)$	28,2	30,3	31,7	32,8	33,5
21	$Am_2 SO_4$	22,6	25,0	27,2	29,2	31,2
22	$Am_2 CrO_4$	20,4	22,7	24,8	26,8	28,6
23	$K_2 H_2 2(SO_4)$	63,6	70,5	78,3	87,4	97,7
24	$K_2 Cr_2 O_7$	24,2	25,8	27,4	28,8	30,1
25	$K_2 H_2 2(C_2 O_4)$	11,1	13,5	15,7	17,8	19,7
26	$K_2 H_2 2(CO_3)$	22,9	24,6	26,1	27,6	28,7
27	$Na_2 H_2 2(CO_3)$	16,3	18,1	19,8	21,4	22,9
28	$Am_2 H_2 2(SO_4)$	65,2	73,7	79,2	87,7	98,1
29	$Am_2 Cr_2 O_7$	21,4	23,7	25,8	27,8	29,6
30	$Am_2 H_2 2(CO_3)$	22,4	24,2	25,9	27,4	28,9

IV. Schlussfolgerungen.

1. Einfluss der Concentration.

Der Einfluss, welchen die Concentration einer Lösung auf ihre Leitungsfähigkeit ausübt, bildet nicht den Hauptgegenstand meiner Untersuchung; dieser Einfluss ist aber von so hervorragender Bedeutung für alle Fragen über den Widerstand von Electrolyten, dass ich gezwungen war diesen Einfluss experimentell zu prüfen. Da der Zusammenhang zwischen Leitungsfähigkeit und Stärke einer Lösung schon vor 30 und 20 Jahren von Wiedemann,[7]) Hankel[8]) und Beetz[9]) untersucht worden und neuerdings von Kohlrausch und Grotrian[10]) in einer gemeinsamen Arbeit, dann von Kohlrausch[11]) allein eingehend studirt worden ist, so könnte es scheinen, als ob eine fernere Untersuchung dieser Frage nicht erforderlich sei. Ich habe indessen die Resultate der erwähnten Arbeiten für meine Untersuchung nur in geringem Maasse verwehrten können, weil diese Arbeiten sich auf bedeutend stärkere Lösungen beziehen, als die von mir benutzten. Kohlrausch zieht

7) Poggendorf's Annalen Bd. XCIX, pag. 177.
8) Poggendorf's Annalen Bd. XLIX, pag. 69 und 255.
9) Poggendorf's Annalen Bd. CXVII, pag. 1.
10) Poggendorf's Annalen Bd. CLIV. pag. 1 und 215.
11) Poggendorf's Annalen Bd. CLIX, pag. 233.

freilich in seiner vortrefflichen Abhandlung Schlüsse auch auf äusserst verdünnte Lösungen; indessen scheinen mir diese Schlussfolgerungen nicht begründet genug zu sein und da sie theilweise mit den von mir gefundenen Resultaten in Widerspruch stehen, so muss ich diesen Punkt etwas näher berühren.

Für schwache Lösungen giebt Kohlrausch den Ausdruck:

$$k = \alpha p_1 - \beta p_1^2,$$

wo k die Leitungsfähigkeit (bei gleichem Querschnitt) und p die Stärke der Lösung bezeichnet, unter welcher Kohlrausch das Gewicht des Salzes auf 100 Gewichtseinheiten der Lösung versteht. In meiner Abhandlung ist die Stärke auf 1000 Volumeinheiten der Lösung bezogen und nicht als absolutes sondern als Aequivalentgewicht des Salzes ausgedrückt. Es ist daher

$$p_1 = 10 \frac{A}{s} p,$$

wo A das Aequivalentgewicht, s die Dichtigkeit und p die Stärke der Lösung nach meiner Ausdrucksweise bedeuten. Für alle Lösungen eines Salzes ist A constant, für so schwache Lösungen, wie ich sie benutzt, ist $s = 1$, und daher $p_1 = d.p$ wo d eine Constante. Dieser Werth von p_1 in den Kohlrausch'schen Ausdruck eingesetzt, giebt

$$k = ap - cp^2$$

woraus man nach Division durch p erhält

$$L = a(1 - bp)$$

wo $\frac{c}{a}$ mit b und $\frac{k}{p}$ mit L bezeichnet ist.

Hier hat L dieselbe Bedeutung wie in meinen Interpolationsformeln, es ist die aequivalente Leitungsfähigkeit. Es kann daher der Ausdruck von Kohlrausch mit meinen Interpolationsformeln verglichen werden.

Nach pag. 29 und 30 wird die Abhängigkeit der Leitungsfähigkeit von der Concentration im Allgemeinen ausgedrückt durch eine Gleichung von der Gestalt:

$$L = a(1 - bp^m),$$

denn auch der Ausdruck

$$L = a\left(1 + \frac{b}{p^{0,2}}\right)$$

lässt sich auf diese Form bringen.

Zwischen der Interpolationsformel von Kohlrausch und der meinigen besteht demnach der Unterschied, dass bei Kohlrausch die Stärke in der ersten Potenz auftritt, bei mir hingegen in der m^{ten}, wo m ein ächter Bruch ist.

Die Constanten a und β seiner Interpolationsformel leitet Kohlrausch aus nur zwei Beobachtungen her, an Lösungen von 5 und 10 Procent. Daher liegt auch gar kein Criterium vor, ob eine Gleichung von der Gestalt wie Kohlrausch sie anwendet, den wirklichen Zusammenhang zwichen Stärke und Leitungsfähigkeit zum Ausdruck bringt. Aus diesem Grunde kann ich die Frage nach diesem Zusammenhange durch die Arbeiten Kohlrauschs, was schwache Lösungen anbetrifft, nicht als abgeschlossen betrachten und sehe meine Untersuchungen als eine Ergänzung der von Kohlrausch begonnenen an.

Der erste Schluss, der sich aus meinen Beobachtungen, in Bezug auf den Einfluss der Concentration ziehen lässt, besteht darin, dass die aequivalente Leitungsfähigkeit für alle von mir untersuchten Verbindungen, mit wachsender Concentration der Lösungen abnimmt oder mit zunehmender Verdünnung wächst. Es folgt dies aus der allgemeinen Gestalt der Interpolationsformeln:

$$L = a(1 - bp^m),$$

wo L die Leitungsfähigkeit bei aequivalenten Querschnitten bedeutet. Bezeichnet man die Leitungsfähigkeit bei gleichen Querschnitten mit λ, so ist:

$$\lambda = a(p - bp^{m+1}),$$

woraus folgender Satz folgt:

1. Die Leitungsfähigkeit schwacher Lösungen wächst langsamer als ihre Stärke.

Dieser Satz gilt für alle von mir untersuchten chemischen Verbindungen, unter denen sich auch die Chloride des Kaliums und Ammoniums befinden, für welche Kohlrausch nachgewiesen hat, dass bei stärkeren Concentrationen die Leitungsfähigkeit dem Salzgehalte proportional ist, für das erste Salz bei schwächeren Concentration sogar den entgegengesetzten Gang befolgt. Dieser Widerspruch, der nur theilweise durch die Ausdrucksform für die Stärke einer Lösung, gehoben wird, findet seine Erklärung wahrscheinlich darin, dass Kohlrauschs schwächste Lösung noch immer concentrirter war als meine stärkste. Nach Kohlrausch hatten die schwächsten von ihm untersuchten Lösungen des K_2Cl_2 und Am_2Cl_2 eine Stärke von 4,9 und 5,0 Procent, während meine stärksten Lösungen nur 3,7 und 2,6 Procent Salz enthielten.

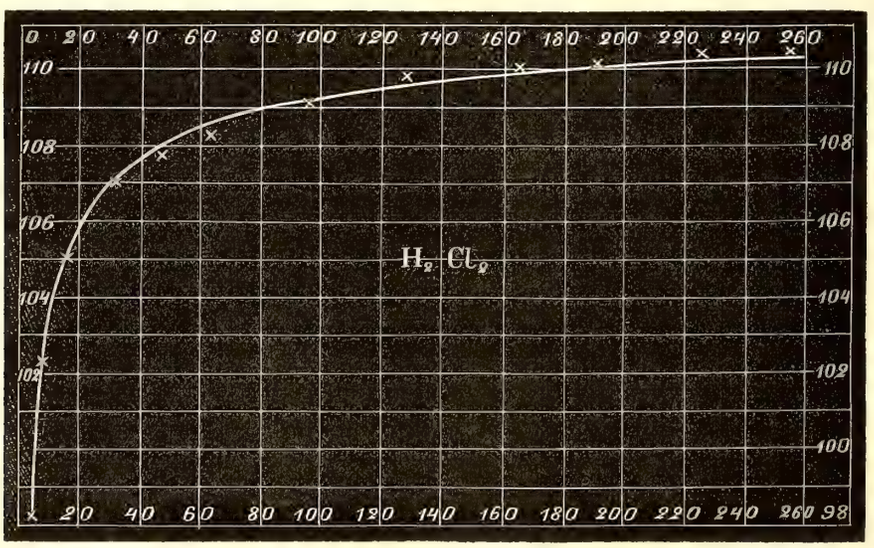
Um die Abhängigkeit des Leitungsvermögens von dem Concentrationsgrade näher kennen zu lernen habe ich zuerst eine grosse Reihe schwacher Lösungen von Salzsäure untersucht. Die Resultate dieser Messungen sind in folgender Tafel angeführt, in welcher,

wie früher p die Stärke der Lösung und L ihre aequivalente Leitungsfähigkeit bezeichnet; ausserdem ist noch die Grösse s angegeben, die den reciproken Werth von p bedeutet und die man *Schwäche* der Lösung nennen kann, so dass $s = \frac{1}{p}$ ist

Tafel 40.

№	p	s	L	L_s	$L-L_s$	L_4	$L-L_4$
1	0,25102	3,98	98,2	98,1	+0,1	98,2	0
2	0,12551	7,97	102,3	102,1	+0,2	102,2	+0,1
3	0,06275	15,94	105,2	105,0	+0,2	105,0	+0,2
4	0,03138	31,87	107,0	107,0	0	107,0	0
5	0,02087	47,92	107,7	108,0	—0,3	107,9	—0,2
6	0,01569	63,74	108,2	108,5	—0,3	108,4	—0,2
7	0,01043	95,84	109,1	109,1	0	109,0	+0,1
8	0,00784	127,5	109,8	109,6	+0,2	109,4	+0,4
9	0,00604	165,5	110,0	109,9	+0,1	109,7	+0,3
10	0,00522	191,7	110,1	110,0	+0,1	109,9	+0,2
11	0,00444	225,1	110,4	110,1	+0,3	110,0	+0,4
12	0,00392	255,0	110,5	110,2	+0,3	110,1	+0,4

Um die Gestalt der Gleichung zu finden, welche die Abhängigkeit des Leitungsvermögens von der Stärke der Lösung ausdrückt, habe ich diese Abhängigkeit graphisch ausgedrückt,



indem ich die Schwäche der Lösung als Abcisse, ihre Leitungsfähigkeit als Ordinate in ein Coordinatennetz eintrug. Auf diese Art ist die Curve in beistehender Zeichnung erhalten. Die Curve zeigt, dass mit Verdünnung der Lösung die aequivalente Leitungsfähigkeit anfangs rasch wächst, dann mehr constant wird und sich allmälich einem Grenzwerthe nähert, den indessen eine bis auf $^1/_{225}$ Aequivalent verdünnte Lösung noch nicht erreicht hat, d. h. eine solche Lösung, die 0,30 gr. H_2Cl_2 im Liter enthält. Man sieht hieraus, wie selbst für ausserordentlich schwache Lösungen das Gesetz der Proportionalität zwischen Leitungsfähigkeit und Salzgehalt keine Anwendung findet.

Von verschiedenen Gleichungen, durch welche man die Curve analytisch ausdrücken könnte, hat die einfachste und die Gestalt der Curve gut wiedergebende, die Form:

$$L = a\left(1 - \frac{b}{\sqrt{s}}\right)$$

oder durch Ersetzung von $^1/_s$ durch p:

$$L = a(1 - bp^{0,5})$$

Die numerischen Werthe der Coëfficienten a und b, aus allen 12 Beobachtungen nach der Methode der kleinsten Quadrate berechnet, sind

$$a = 111{,}97$$
$$b = \quad 0{,}2447.$$

Die erste dieser Constansten bezeichnet den Grenzwerth, zu welchem die aequivalente Leitungsfähigkeit bei wachsender Verdünnung strebt, die zweite Constante bestimmt die Krümmung der Curve und dient als Maass für die Abweichung vom Gesetze der Proportinalität zwischen Leitungsfähipkeit der Lösung und ihrer Stärke.

Wie weit die Gleichung die Gestalt der Curve genau darstellt sieht man sowohl aus der vorhergehenden Tabelle 40, wie auch aus beistehender Zeichnung. Die für die beobachteten Concentrationsgrade berechneten Leitungsfähigkeiten sind in der Tabelle unter L_s angegeben und nebenan stehen die Differenzen zwischen Beobachtung und Berechnung. In der Zeichnung ist die Curve nach der Gleichung construirt, und die Beobachtungsresultate als Kreuze eingetragen, die von der Curve sich nur sehr wenig entfernen. Die berechneten Leitungsfähigkeiten weichen von den beobachteten nur um 0,3 Procent ab. Betrachtet man die Gleichung als strengen Ausdruck der Gesetzmässigkeit und die Abweichungen als Beobachtungsfehler, so kann man den wahrscheinlichen Fehler einer Beobachtung berechnen, der nur 0,14 Procent beträgt und den unvermeidlichen Beobachtungsfehler nicht übersteigt. Dann sind 5 Fehler unter dem Werthe des mittleren und 7 über demselben, so dass den Anforderungen der Wahrscheinlichkeitsrechnung Genüge gethan ist.

Nur für die Salzsäure sind so viele Beobachtungen gemacht, für die meisten anderen Verbindungen sind nur 4 Concentrationen untersucht und zwar die 4 stärksten von $^1/_4$ bis $^1/_{32}$ Aequivalent. Wollte man für die anderen Salze ähnliche Curven construiren, so hätte man sie nach den 4 ersten Puncten zu bauen. Es fragt sich daher mit welcher Genauigkeit die Construction nach diesen 4 Punkten ausgeführt werden kann, oder aber, wie scharf die Interpolationsformel für die äussersten Verdünnungen aus den Concentrationen von $^1/_4$—$^1/_{32}$ Aequivalent bestimmt wird.

Die Untersuchungen über die Lösungen der Salzsäure entscheiden auch diese Frage. Berechnet man nämlich die Coëfficienten a und b aus den vier ersten Beobachtungen, so erhält man die Werthe

$$a = 111{,}81 \quad \text{statt } 111{,}97$$
$$b = 0{,}2428 \quad » \quad 0{,}2447$$

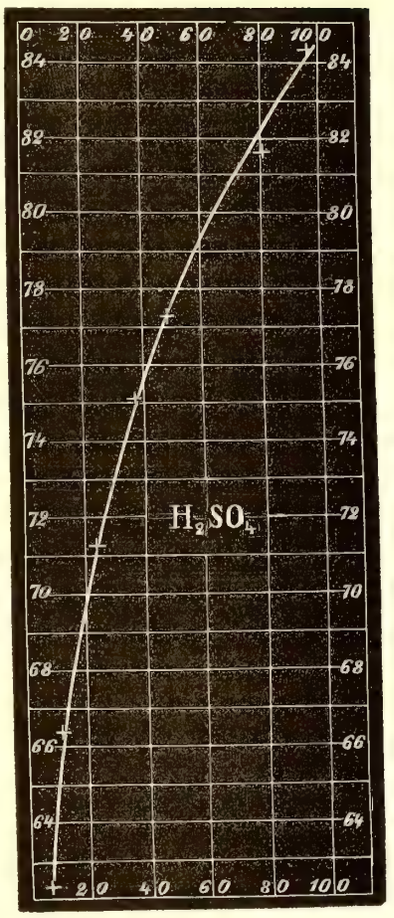
Die Leitungsfähigkeiten, mit diesen neuen Coëfficienten a und b berechnet, sind in der Tabelle 40 unter L_4 angeführt und wie man sieht stimmen sie fast vollständig mit den aus allen Beobachtungen berechneten. Es folgt hieraus, dass die Gestalt der Curve durch die vier ersten Beobachtungen vollkommen ausgeprägt ist, und deshalb konnte ich mich im Allgemeinen mit der Untersuchung der 4 ersten Lösungen begnügen.

Eine ähnliche Untersuchungsreihe, wie für die Salzsäure, habe ich auch für die Schwefelsäure gemacht, nur habe ich hier 7 Concentrationen von $^1/_6$ bis $^1/_{100}$ Aequivalent untersucht. Die Beobachtungsresultate für die Schwefelsäure habe ich in der folgenden Tabelle zusammengestellt.

Tafel 41.

№	p	s	L	L_s	$L-L_s$
1	0,16048	6,23	62,3	62,0	+0,3
2	0,08024	12,46	66,4	66,5	—0,1
3	0,04012	24,92	71,3	71,6	—0,3
4	0,02647	37,78	75,1	75,1	0
5	0,02006	49,85	77,3	77,5	—0,2
6	0,01324	75,56	81,7	81,5	+0,2
7	0,01003	99,70	84,2	84,4	—0,2

Die Curve für die Schwefelsäure ist in beistehender Zeichnung gegeben, wobei der für die Salzsäure gewählte Maasstab beibehalten ist. Eine Vergleichung beider Curven zeigt, dass die Schwefelsäure einem andern Gesetze folgt, als die Salzsäure, indem das Ansteigen der Curve der ersten Säure gleichmässiger verläuft als das der zweiten und sich nicht so schnell einem Grenzwerthe nähert.



Von den verschiedenen Gleichungen, welche diese Curve ausdrücken, habe ich die Form:

$$L = a(1 + bs^{0,2})$$

oder auch

$$L = a(1 + bp^{-0,2})$$

gewählt. Ich hätte allerdings auch eine andere Gestalt der Gleichung wählen können mit negativem Werthe von b und positivem Exponenten von p, da aber die oben angeführte die Beobachtungsresultate mit genügender Genauigkeit wiedergiebt und ich bei meinen Interpolationen nicht, oder doch nur sehr wenig aus den Grenzen der Beobachtung hinaustrete, so habe ich nicht nach einer andern Gestalt der Curve gesucht.

Die Constanten a und b habe ich nach der Methode der kleinsten Quadrate bestimmt und für sie folgende Werthe gefunden:

$$a = 31{,}92$$

$$b = 0{,}6542$$

Mit diesen Constanten sind die Werthe L_s in vorhergehender Tabelle berechnet und mit ihnen ist die Curve auf vorstehender Zeichnung construirt, während die Beobachtungsresultate als Kreuzchen eingetragen sind. Wie man sieht ist auch hier die Uebereinstimmung zwischen Rechnung und Beobachtung eine durchaus genügende. Betrachtet man nämlich, wie früher, die Differenzen $L—L_s$ als Fehler der Beobachtungen, so erhält man für den wahrscheinlichen Fehler einer Beobachtung den Werth von 0,2 Procent, eine Grösse die wohl kaum über die Genauigkeit einer Beobachtung hinausgeht.

Den Grund für die Aenderung der aequivalenten Leitungsfähigkeit mit der Concentration einer Lösung wird man veranlasst in der Reibung der Jonen zu suchen. Denn acceptirt man Quinkes und Clausius's Anschauung über den Vorgang der Electrolyse, so hat

man die Leitungsfähigkeiten proportional den Geschwindigkeiten anzusehen, mit denen die Jonen an einander vorübergeführt werden; eine Verminderung dieser Geschwindigkeiten sucht man alsdann, naturgemäss, in Widerständen, die sich gegen die Bewegungen äussern und von solchen Widerständen ist der zunächst auf der Hand liegende, der Reibungswiderstand. Ist dem wirklich so, dann kann man erwarten eine Analogie zu finden zwischen dem Einfluss der Concentration auf die innere Reibung der Lösungen und auf das Leitungsvermögen. Als Maass der inneren Reibung dient bekanntlich der Zähigkeitscoëfficient oder dessen reciproker Werth, der von Grotrian die Fluidität genannt worden ist. Es ist demnach zu erwarten, dass zwischen Fluidität und galvanischem Leitungsvermögen eine gewisse Beziehung besteht. Auf einen solchen Zusammenhang hat zuerst Wiedemann in seiner schon citirten Abhandlung aufmerksam gemacht, wobei er jedoch ausdrücklich hervorhebt, dass man eben nichts mehr erwarten kann, als eine Aehnlichkeit zwischen Zähigkeit und galvanisichem Widerstande zu finden, weil die Zähigkeit bedingt wird durch die Verschiebung eines Flüssigkeitstheilchens gegen die übrigen, während bei der Electrolyse sich die Theilchen der Jonen an denen der Flüssigkeit reiben. In neuerer Zeit ist die Frage wiederum von Grotrian[12]) in zwei Aufsätzen behandelt worden und hat zu dem Resulsate geführt, dass der Einfluss der Temperatur auf die Fluidität und die Leitungsfähigkeit ein sehr ähnlicher ist. Ausserdem hat Grotrian aufmerksam gemacht auf mehrfache Analogien zwischen Leitungsfähigkeit und Fluidität für verschiedene Lösungen.

Wiedemann kommt durch seine Betrachtungen zu dem Schlusse, dass für sehr schwache Lösungen die Widerstände wahrscheinlich den Zähigkeiten proportional sind und umgekehrt proportional der Stärke der Lösungen. Nach Wiedemann ist dann

$$r = c\frac{z}{p},$$

wo z die Zähflüssigkeit, p die Stärke und r der galvanische Widerstand sind; c bedeutet eine für verschiedene Salze verschiedene Constante.

Bezeichnet man das Leitungsvermögen mit λ und mit f die Fluidität, so erhält man die andere Gleichung:

$$\lambda = \frac{1}{c} fp$$

und wenn man schliesslich $\frac{\lambda}{p} = L$ macht, so gelangt man zu der Gleichung

$$L = Cf,$$

wo L die aequivalente Leitungsfähigkeit bedeutet.

---

12) Poggendorf's Annalen Bd. CLX, pag. 267; Bd. CLVII, pag. 130 und 237.

Da nach meinen Versuchen L ausgedrückt wird durch

$$L = a(1 - bp^m)$$

so muss, wenn Wiedemann's Schlussfolgerung richtig

$$f = k(1 - bp^m).$$

sein, d. h. das Gesetz für die Fluidität in ihrer Abhängigkeit von der Concentration muss durch dieselbe Gleichung ausgedrückt werden, welche auch die Abhängigkeit der Leitungsfähigkeit von der Concentration ausdrückt, und für die eine wie für die andere Grösse muss der Coëfficient b derselbe sein.

Um diese Schlussfolgerung zu prüfen habe ich die von Grotrian für die Salzsäure angeführten Zahlen benutzt. Bei der Vergleichung seiner Resultate mit denen von Poiseuille führt Grotrian[13]) die Fluidität für schwache Lösungeu der Salzsäure an. Diese Resultate sind in der folgenden Tabelle zusammengestellt.

Tafel 42.

№	q	p	f_g	f_p	f_4	$f_g - f_4$	$f_p - f_4$
1	6,72	0,9206	0,9226	0,9528	0,923	0%	3,1%
2	3,67	0,5027	0,9588	0,9730	0,948	1,2	2,5
3	0,79	0,1082	0,9913	0,9936	0,986	0,5	0,8
4	0,40	0,0548	0,9956	0,9974	0,996	0	0,1

In dieser Tabelle bedeutet p den Procentgehalt der Lösung, f_g die Fluidität nach Grotrian, f_p die aus Poiselle's Versuchen. Bestimmt man aus der 1ten und 4ten Fluidität nach Grotrian die Constanten a und b der Gleichung

$$f = k(1 - bp^{0,5})$$

so erhält man die Werthe:

$$k = 1{,}0192$$
$$b = 0{,}09874$$

Mit diesen Coëfficienten berechnet erhält man die unter f_4 angeführten Fluiditäten, welche von den von Grotiran bestimmten um 1,2 und 0,5 Procent abweichen. Grösser sind die

13) Poggendorf's Annalen Bd. CLX, pag. 267.

Abweichungen von den Poiseulle'schen Zahlen und betragen bis 3 Procent. Der Coëfficient b für die Fluidität weicht ganz beträchtlich von dem aus den Widerstandsmessungen hergeleiteten ab, der 0,2447 gefunden wurde, so dass ersterer $2^1/_2$ mal grösser ist als der Letztere. Hieraus ist man jedoch noch nicht berechtigt, die Wiedemann'sche Schlussfolgerung zu verwerfen, weil sich mehrere Gründe anführen lassen, in Folge deren der aus Grotrians Beobachtungen hergeleitete Coëfficient unrichtig sein kann. Es beziehen sich nämlich die Zahlen obiger Tabelle auf die Temperatur 11,2 während die Leitungsfähigkeiten auf 18° bezogen sind; nun zeigen aber die Versuche Grotrians, dass der Temperaturcoëfficient für die Fluidität mit der Concentration der Lösung sehr beträchtlich variirt. So beträgt derselbe z. B. 0,0185 für eine Lösung von 30 Procent und 0,0239 für eine solche von 5 Procent. In Folge dessen wird aber auch der Coëfficient b mit der Temperatur variiren. Ein anderer und viel wesentliche Umstand liegt darin, dass Grotrian zur Herleitung der in der Tafel angeführten Fluiditäten, dieselben aus Beobachtungen an 5 und 10 procentiger Säure hergeleitet hat mit Hülfe einer quadratischen Gleichung von der Gestalt:

$$f = cp - kp^2,$$

ohne indessen die Anwendbarkeit dieser Gleichung nachgewiesen zu haben.

Ich habe versucht den Coëfficienten b aus den Versuchsresultaten Grotrians für 5 und 10 procentige Säure direct herzuleiten, ohne vorher auf schwächere Concentrationen zu interpoliren. Die Stärke dieser Lösungen, in Aequivalenten auf 1000^{cm} ausgedrückt ist $p = 1{,}116$ und 0,558 und die Fluiditäten für 18° sind 1,1488 und 1,0566. Hieraus berechnet sich der Coëfficient

$$b = 0{,}2963,$$

ein Werth, der mit dem aus den Widerstandsmessungen hergeleiteten in sehr naher Uebereinstimmung steht.

Für die Schwefelsäure liegen Versuche von Wiedemann vor, aus denen der Coëfficient b berechnet werden kann. Die Resultate Wiedemanns, aus Grotrians Aufsatz genommen, sind in der Tafel 43 gegeben:

Tafel 43.

№	q	p	f_g	f_w	f_3	$f_g - f_3$	$f_w - f_3$
1	114,2	1,165	0,8224	0,8285	0,8285	0,7%	0%
2	59,0	0,602	0,8900	0,9116	0,8872	0,3	2,7
3	33,7	0,344	0.9298	0,9434	0,9434	1,5	0

Berechnet man die Coëfficienten a und b nach der Gleichung

$$f = k(1 + bp^{-0,2})$$

mit Hülfe der Fluiditäten der 1ten und 3ten Lösungen aus Wiedemann's Beobachtungen, so erhält man

$$k = 0,4127$$
$$b = 1,039$$

und mit diesen Coëfficienten die unter f_3 angeführten Fluiditäten, welche mit den Grotrian-schen Zahlen bis 1,5 Procent stimmen. Der Coëfficient b weicht ziemlich beträchtlich von dem aus Widerstandsmessungen gefundenen ab, doch kaum so viel, dass man daraus folgern dürfte, es bestände keine Proportionalität zwischen Leitungsvermögen und Fluidität.

Leider ist von Grotrian keine Schwefelsäure unter 10 Procent Stärke gemessen worden und kann daher eine Rechnung mit seinen Zahlen kaum mit Erfolg durchgeführt werden; mit Benutzung der 2 schwächsten Lösungen Wiedemann's erhält man:

$$b = 0,337$$

Aus den Versuchen von Grotrian habe ich noch für einige andere Salze die Coëfficienten b berechnet, indem ich hierzu stets die zwei schwächsten der von Grotrian untersuchten Lösungen benutzte. Die Resultate dieser Rechnungen stelle ich in der folgenden Tafel zusammen, in welcher p und p_1 die zwei Concentrationsgrade bedeuten, aus denen der Coëfficient b berechnet wurde.

Tafel 44.

№	Verbind.	p	p_1	b Fluid.	b Leit.
1	H_2Cl_2	0,558	1,116	0,2936	0,2447
2	H_2SO_4	0,344	1,165	0,337	0,654
3	$H_2 2(NO_3)$	0,492	0,984	0,1019	0,2759
4	K_2Cl_2	0,666	1,406	0,0556	0,2933
5	Na_2Cl_2	0,425	1,282	0,3478	0,4746
6	Am_2Cl_2	0,454	0,901	0,0321	0,3365

Ich habe die von Grotrian gegebenen Stärkegrade der Lösungen, welche sich, wie früher erwähnt, auf das Gewicht der Lösung beziehen, nicht auf das Volumen derselben

umgerechnet, weil die Correctionen dadurch nur gering gewesen wären und die Resultate nur sehr wenig afficirt hätten.

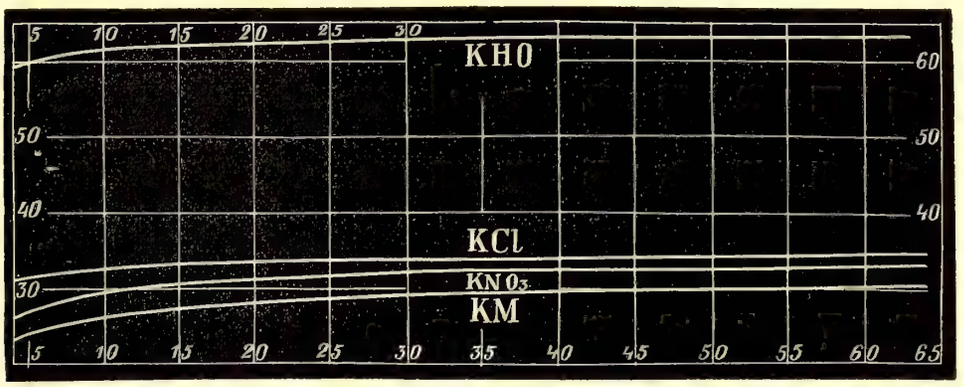
Aus der Vergleichung der Werthe von *b* für die Leitungsfähigkeit mit denen für die Fluidität ersieht man, dass dieselben zwar nicht unbeträchtlich von einander abweichen, aber doch nicht in dem Maasse, dass man sie nicht für analoge Grössen halten dürfte. Wie weit die Analogie zwischen diesen Grössen geht, lässt sich aus dem vorliegenden Beobachtungsmateriale nicht genau bestimmen und müssen zu dem Zwecke eingehendere Untersuchungen über die Fluidität stark verdünnter Lösungen gemacht werden. Ich habe dieselben schon eingeleitet und auch schon mehrere Beobachtungsreihen an Lösungen verschiedener Salze gemacht, es ist mir jedoch bis jetzt nicht gelungen sichere numerische Werthe zu erlangen, obgleich einige Facta, wenn auch nur qualitativ, doch schon festgestellt sind. Da in meinen Arbeiten eine längere Unterbrechung eintritt und ich die Veröffentlichung vorliegender Abhandlung nicht verzögern will, so sollen die Untersuchungen über die Fluidität Gegenstand eines besonderen Aufsatzes bilden. Ich werde jedoch, vorausgreifend, mich auf einige Resultate stützen, die ich bereits gefunden und welche mir bei der Auseinandersetzung der mich hier beschäftigenden Frage nothwendig sind. Ich will hier nochmals hervorheben, dass die Verschiedenheiten der Coëfficienten *b* für Leitungsfähigkeit und Fluidität aus geringen Beobachtungsfehlern erklärt werden können, wie man das an den zwei für die Salzsäure gefundenen Werthen sieht. Vor der Hand glaube ich daher annehmen zu dürfen, dass der Einfluss der Concentration auf Fluidität und aequivalente Leitungsfähigkeit schwacher Lösungen ein ähnlicher ist und durch analoge Gesetze ausgedrückt wird.

2. Einfluss des electronegativen Jons, des Anion.

Um den Einfluss des Anions auf die aequivalente Leitungsfähigkeit zu untersuchen, hat man letztere für die Verbindungen verschiedener Säuren mit einem gemeinschaftlichen Radical zu betrachten. Um eine solche Vergleichung anschaulicher zu machen habe ich die in Tafel 39 angeführten Leitungsfähigkeiten graphisch ausgedrückt, indem ich, wie früher, die Schwäche der Lösung als Abscissen, die aequivalenten Leitungsfähigkeiten als Ordinaten eingeführt habe. Der Maasstab für die nun folgenden Curven ist gegen den der früheren, der Salzsäure und Schwefelsäure, wesentlich geändert.

Aus der Betrachtung dieser Curven kommt man zu einigen interessanten Schlussfolgerungen. Zu dem Zwecke will ich zuerst die Curve für die Kaliverbindungen betrachten, welche in nebenstehender Figur dargestellt ist. Die Verbindungen des Kali sind vollständiger untersucht als die eines jeden anderen Radicals, da hier sieben verschiedene Verbindungen vorliegen, für die andern Radicale aber nur 6 und 4.

Ganz oben und von allen andern Curven weit ab, steht das Aetzkali, dann folgen dicht bei einander die Verbindungen mit Chlor, Salpetersäure und der andern Säuren. Die Curven der Kali-Salze der Schwefelsäure, Chromsäure, Kohlensäure und Oxalsäure



liegen so nahe bei einander, dass ich ohne beträchtliche Vergrösserung des Maasstabes der Zeichnung die Leitungsfähigkeiten dieser Verbindungen nicht habe in die Zeichnung eintragen können. In der That wurden für Lösungen von $^1/_{64}$ Aequivalent folgende Leitungsfähigkeiten gefunden:

für	K_2SO_4	K_2CrO_4	$K_2C_2O_4$	K_2CO_3
	31,5	31,3	31,0	29,9

Um die Zeichnung nicht verworren zu machen habe ich aus den Leitungsfähigkeiten für diese 4 Salze das Mittel genommen und nach diesem die mit *KM* bezeichnete Curve gezogen. Da die Curven von K_2Cl_2 und $K_2 2NO_3$ auch nahe mit der von *KM* verlaufen, so folgt hieraus, das die aequivalenten Leitungsfähigkeiten für schwache Lösungen verschiedener Kalisalze einander nahezu gleich sind. Eine wesentlich verschiedene Leitungsfähigkeit besitzt nur die Lösung des Aetzkali. Nun wissen wir aber, dass bei der Electrolyse des Aetzkali als positives Jon Wasserstoff auftritt, während man bei der Electrolyse der Kalisalze das Hydroxyd des Kaliums als positives Jon enthält. Hieraus folgt dann der Satz:

Alle Kalisalze besitzen bei gehöriger Verdünnung ihrer Lösungen eine gleiche aequivalente Leitungsfähigkeit, wenn sich bei der Electrolyse der Verbindungen dieselben positiven Jonen bilden.

Diesen Satz kann man auch in anderer Form so ausdrücken:

Die aequivalente Leitungsfähigkeit verdünnter Kalisalze wird nur bedingt durch die Bildung des positiven Jons, das negative Jon übt auf die Leitungsfähigkeit keinen directen Einfluss aus.

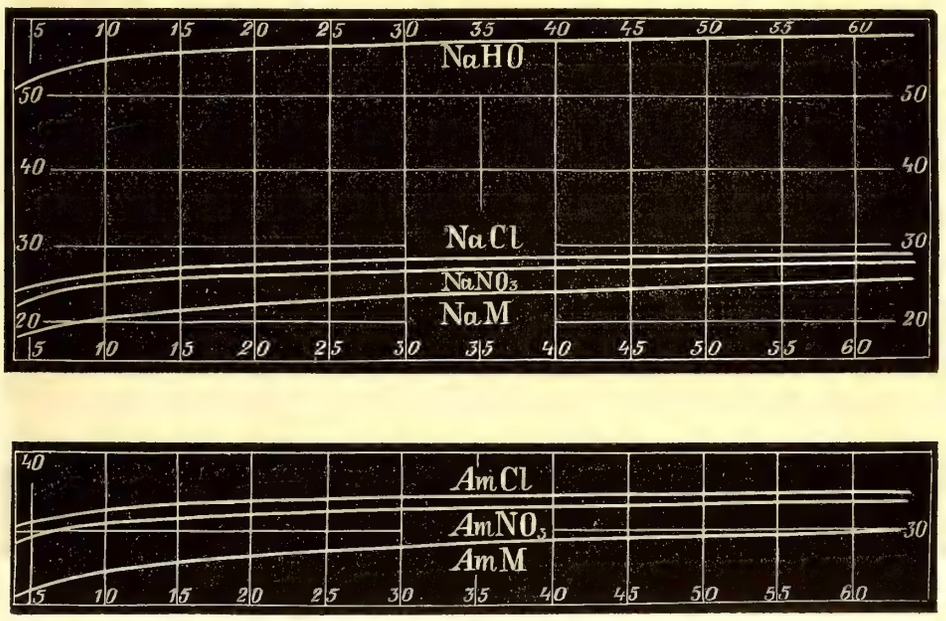
Die eben ausgesprochenen Sätze haben nur für sehr verdünnte Lösungen Gültigkeit, sie scheinen keine Anwendung für stärkere Concentrationsgrade zu finden. Alle Curven zeigen nämlich die gemeinsame Eigenschaft, sich immer mehr und mehr von einander zu entfernen je höher die Concentration der Lösung wird. Diese Abweichungen sind nicht etwa zufälligen Fehlern zuzuschreiben, sondern sind in der Natur der Erscheinung begründet. Man sieht dies aus der Regelmässigkeit, mit welcher das Auseinandergehen der Curven erfolgt, dann aus der Allgemeinheit der Erscheinung für die Verbindungen der andern Radicale und schliesslich sind die Differenzen auch beträchtlich grösser als die Beobachtungsfehler.

Sucht man nach dem Grunde, warum bei stärkerer Concentration die Leitungsfähigkeiten weiter von einander abweichen als für schwache Lösungen, so muss zuerst constatirt werden, dass die Abweichungen in keiner offenbaren Beziehung stehen weder zum Atomgewicht der Säure, noch zu ihrem Atomvolumen, noch endlich zu ihrem Aggregatzustande, indem z. B. die zwei Verbindungen, welche negative Jonen in Gasform geben, wie Chlorkali und Kohlensaures Salz die äussersten Leitungsfhäigkeiten zeigen, erstere Verbindung die grösste, letztere die geringste. Die wahrscheinlichste Annahme, die man zur Erklärung der zunehmenden Verschiedenheit der Leitungsfähigktiten machen kann, besteht darin, dass die Verschiedenheit bedingt wird durch die mit der Concentration für verschiedene Lösungen in ungleichem Maasse zunehmenden Reibungswiderstände, welche die positiven Jonen bei ihrer Bewegung erfahren, also wiederum in causalem Zusammenhage steht mit der Zähflüssigkeit der Lösung. Diese Annahme wird durch das vorliegende Beobachtungsmaterial über Fluidität von Lösungen unterstützt. So hat Poiseuille[14]) für die von mir untersuchten Salze des Kali gefunden, dass Chlorkali die grösste und kohlensaures Kali die geringste Fluidität besitzt, während nach ihm die Fluiditäten des schwefelsauren und salpetersauren Kali zwischen den beiden ersten stehen und zwar das salpetersaure Salz näher zum Chlorkali, das schwefelsaure hingegen näher zum kohlensauren. Diese Resultate Poiseuille's habe ich vollkommen bestätigt gefunden. Gruppirt man demnach die Kalisalze einerseits nach zunehmender Leitungsfähigkeit und andererseits nach ihrer Fluidität, so wird in beiden Gruppen die Reihe der Salze dieselbe.Ich stehe daher nicht an die bei stärkeren Concentrationen sich bemerklich machende Verschiedenheit der aequivalenten Leitungsfähigkeiten der Lösungen den Widerständen zuzuschreiben, welche die positiven Jonen bei ihrer Bewegung in der Lösung erfahren, so dass das Leitungsvermögen in erster Instans durch die sich bei der Electrolye bildenden Jonen bedingt wird, wobei die negativen Jonen auf das Leitungsvermögen ganz ohne Einfluss sind, die Stärke der Lösung aber auf die Leitungsfähigkeit insoferne von Einfluss ist, als hierdurch die Bewegungshindernisse für die positiven Jonen bedingt werden.

Genau zu denselben Schlussfolgerungen, zu welchen die Untersuchungen über das

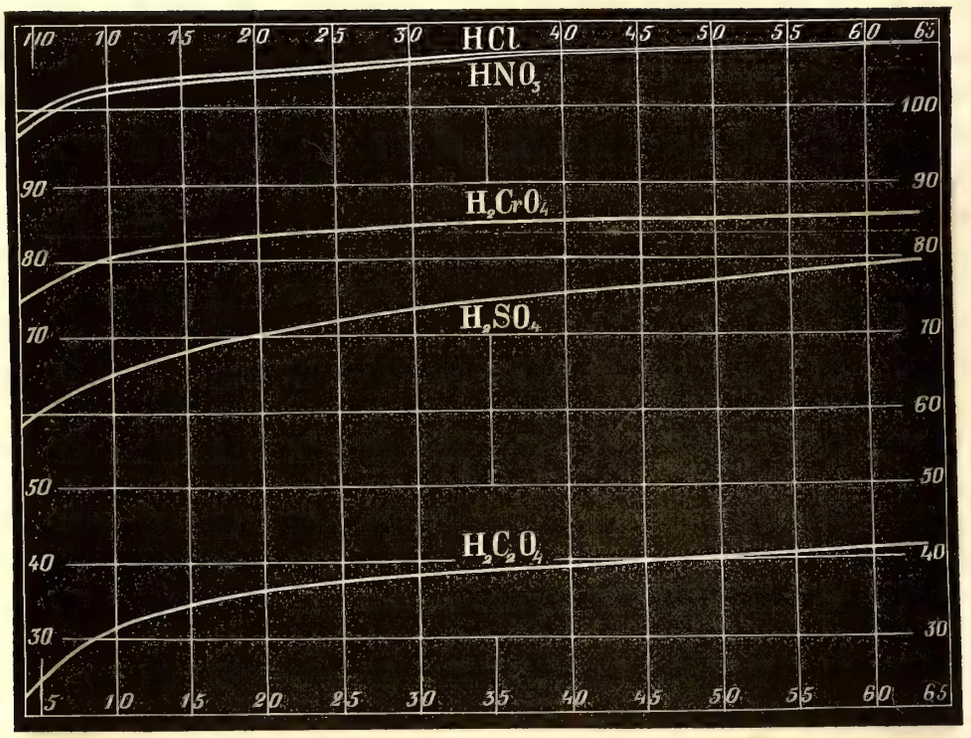
14) Annales de chimie et de physique 3 S. T. XXI, pag. 76.

Leitungsvermögen der Kalisalze geführt haben, führen auch die des Natriums und des Ammons, für welche die Leitungsfähigkeiten in den nebenstehenden zwei Zeichnungen dargestellt sind. Wiederum steht die Linie des Aetznatrons weit ab von den der übrigen



Salze, unter welchen die Curve des Chlornatriums obenan steht, dann die des salpetersauren Salzes und dann die übrigen folgen. Auch in der Gruppe der Ammoniumverbindungen ist die Reihenfolge der Salze in Bezug auf ihre Leitungsfähigkeit dieselbe, hier ist indessen zu bemerken, dass die Curve für Ammoniak, die also dem Aetzkali und Aetznatron zu entsprechen hätte, beträchtlich niedriger zu rücken wäre als für die übrigen Ammoniumverbindungen, indem bekanntlich Ammoniak ein sehr schlechter Leiter ist. Hierauf hat schon Kohlrausch aufmerksam gemacht und darauf hin die sehr wahrscheinliche Voraussetzung gemacht, dass die Constitution des wässrigen Ammoniaks wohl nicht analog den Hydroxyden des Kaliums und Natriums anzusehen ist.

Wenden wir uns nun schliesslich, indem wir die sauren Salze einem späteren Abschnitte überweisen, zu den Curven für die Wasserstoffsäuren, so sehen wir, dass auch hier im Allgemeinen die Stellung der Säuren dieselbe ist, wie in den früher betrachteten Verbindungen, doch gehen die Curven so weit auseinander, dass von einer Gleichheit der Leitungsfähigkeiten im Allgemeinen gar nicht die Rede sein kann. Vollkommen gleiche Leitungsfähigkeiten besitzen die Salzsäure und die Salpetersäure, dann bei sehr starker Verdünnung wahrscheinlich auch Schwefelsäure und Chromsäure, deren Curven sich ziemlich rasch nähern, aber doch von denen der Salpeter — und Salzsäure weit entfernt bleiben.



Aber wieder ganz anders verhält sich die Oxalsäure deren Leitungsfähigkeit bei starker Verdünnung nur die Hälfte derjenigen der Schwefelsäure beträgt. Wodurch für die Wasserstoffsäuren so grosse Verschiedenheiten in den Leitungsfähigkeiten bedingt werden, ist bei der mangelhaften Kenntniss über den Vorgang der Electrolyse dieser Säure nicht zu entscheiden. Immerhin verdient hervorgehoben zu werden, dass die Fluidität der Oxalsäure sehr viel geringer ist als die der Schwefelsäre[15]) und die der letzteren wieder beträchtlich geringer als der Salzsäure.

Fasse ich die Betrachturgen über den Einfluss der negativen Jonen auf das Leitungsvermögen zusammen, so gelange ich zu folgendem Satze:

2. *Die negativen Jonen üben auf die aequivalente Leitungsfähigkeit verdünnter Lösungen der Salze des K,Na und Am keinen Einfluss aus.* Oder mit andern Worten: *Alle Lösungen verschiedener Salze einer und derselben Base haben nahezu gleiche aequivalente Leitungsfähigkeit, wenn sich bei der Electroyse dieselben positiven Jonen bilden und die Lösungen stark verdünnt sind.*

---

15) Ein Zusatz von Oxalsäure zu Wasser verringert die Fluidität des Wassers nahezu 5 mal stärker als ein aequivalenter Zusatz von Schwefelsäure.

3. Einfluss des positiven Ions, des Kation.

Um den Einfluss der Basen auf das aequivalente Leitungsvermögen bei den äussersten Verdünnungen der Lösungen zu bestimmen, habe ich die Interpolationsformeln benutzt, nach welchen die Leitungsfähigkeiten der Tabelle 39 berechnet wurden.

Für die Chloride und die Nitrate galt die Formel:

$$L = a(1 - bp^{1/2}).$$

Nach dieser Gleichung streben die aequivalenten Leitungsfähigkeiten einem Grenzwerthe zu, dem sie schon in Lösungen von $^1/_{64}$ Aequivalent sehr nahe kommen, den sie aber erst bei unendlich kleinem p erreichen. Die Grösse dieses Grenzwerthes wird durch a ausgedrückt, welches, wie in Tabelle 39 zu sehen, dem Werthe von L_{64} schon sehr nahe kommt. Für die andern Salze kann ein solcher Grenzwerth zwar nicht berechnet werden, doch lässt sich der Einfluss des positiver Jons auch aus den Lösungen von $^1/_{64}$ Aequivalent bestimmen. Für die Chloride und Nitrate habe ich nun folgende Werthe des Coëfficienten a gefunden:

Für	*KCl*	KNO_3	*NaCl*	$NaNO_3$	*AmCl*	$AmNO_3$
a	35,4	35,2	30,8	29,6	36,4	35,3
Mittel	35,3		30,2		35,8	
oder	100		85,6		101,4	

Ganz ähnliche Verhältnisse findet man auch bei der Vergleichung der Leitungsfähigkeiten für die einzelnen Salze dieser Radicale. So ergiebt sich das Mittel aus den Vergleichungen der Leitungsfähigkeiten von $^1/_{64}$ Aequivalentlösungen für die einzelnen entsprechenden Salze:

K	*Na*	*Am*
100	85,4	98,1

Demnach beträgt die Leitungsfähigkeit die Natriumsalze etwa 85 Procent derjenigen der Kalisalze, welche ihrerseits gleiche Leitungsfähigkeit besitzen wie die Salze des Ammoniak.[16])

Eine ganz andere Leitungsfähigkeit als die übrigen Verbindungen des Kaliums und Natriums haben die Hydroxyde dieser Elemente. Bekanntlich giebt die Electrolyse dieser letzteren Verbindungen andere positive Jonen, indem an der Katode nur Wasserstoff ausgeschieden wird, während bei den Salzen ausser Wasserstoff sich auch noch die Hydroxyde bilden. Wegen der Bildung nur von Wasserstoff kann man erwarten, dass die Leitungsfähigkeiten der Hydroxyde vielmehr sich den Wasserstoffsäuren anschliessen als den Salzen

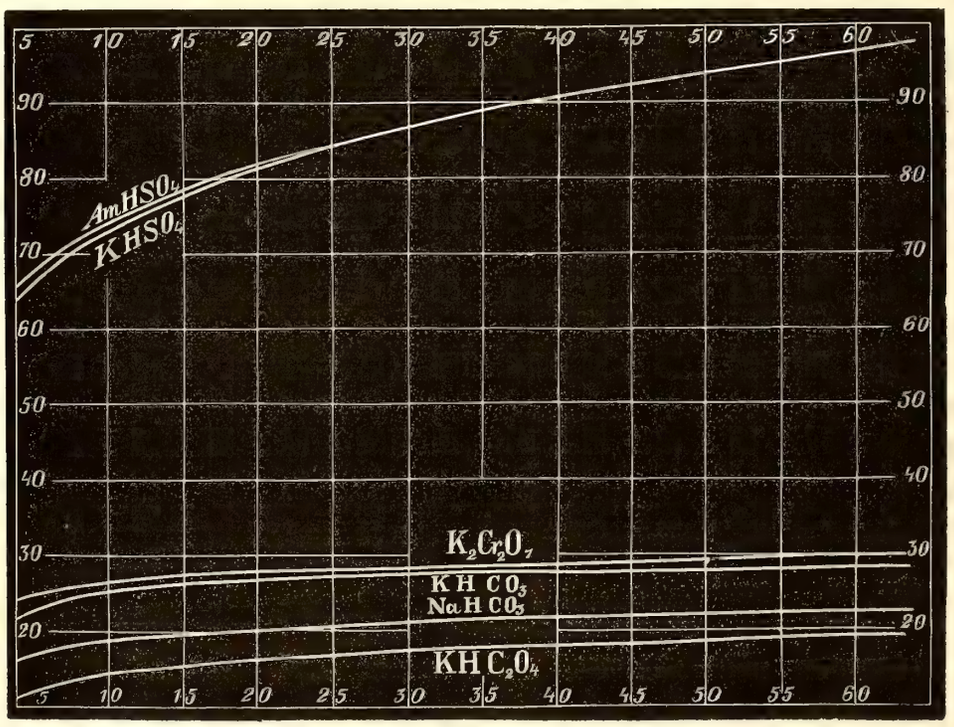
16) Schon Kohlrausch ist zu demselben Schluss gelangt, nur sind bei ihm die Verhältnisszahlen andere: 100 — 61 — 100. Siehe Göttinger Nachrichten 1876, pag. 213.

des Kali und Natron und dies findet auch in der That insoferne statt, als die Leitungsfähigkeit dieser Verbindungen sich am nächsten der der Schwefelsäure anschliessen. Dass die Leitungsfähigkeiten des Aetzkali und Aetznatron einander nicht gleich sind, könnte von einer verschiedenen Zähflüssigkeit der Lösungen bedingt sein, die erfahrungsmässig verschieden sind. Uebrigens nähern sich die Leitungsfähigkeiten der beiden Hydroxyde ganz merklich bei steigender Verdünnung der Lösung; bei $^1/_4$ Aequivalentlösung beträgt die Differenz zwischen ihnen 8,6, bei einer Lösung von $^1/_{64}$ Aequivalent aber nur 5,7.

Eine Beziehung zwischen Atomgewicht der positiven Jonen und ihren Leitungsfähigkeiten, wie ich sie in meiner früheren Arbeit über die Halloïde glaubte gefunden zu haben, bestätigt sich nicht und muss wohl einem zufälligeu Zusammentreffen zugeschrieben werden, und dem Umstande, dass damals stärkere Lösungen untersucht wurden.

4. Die Leitungsfähigkeit der sauren Salze.

Die Leitungsfähigkeit der sauren Salze ist in beifolgender Zeichnung dargestellt. Die Betrachtung der Curven für die Leitungsfähigkeit dieser Gruppe von Verbindungen



führt zu Schlussfolgerungen, welche die aus den früheren Beobachtungen gezogenen Schlüsse in vollem Maasse bestätigen. Zuerst bemerkt man, dass in den sauren schwefelsauren, den halbgesättigten, Salzen des Ammoniac und Kali, der Charakter der beiden Radicale, wie er aus den früher untersuchten Salzen hervortrat, sich auch hier bewährt, insoferne als die Leitungsfähigkeit für diese beiden Salze eine beinahe vollständig gleiche ist. Dasselbe zeigen die beiden rothen chromsauren und die doppelt kohlensauren Salze dieser Radicale, wie man das aus der Tafel 39 ersieht; auf die Zeichnung habe ich die Salze des Ammoniac nicht auftragen können ohne die Anschaulichkeit wesentlich zu beeinträchtigen. Ferner wird man bemerken, dass die aequivalente Leitungsfähigkeit für das doppelte chromsaure Kali sehr nahezu gleich derjenigen des doppelt kohlensauren Kali ist, während beide beträchtlich abweichen von der Leitungsfähigkeit des doppelt oxalsauren Kali.

Während die gesättigten Salze der Basen gleiche aequivalente Leitungsfähigkeiten besitzen, zerfallen dagegen die der halbgesättigten Salze in 3 Gruppen, von denen die erste, die schwefelsauren Salze, eine die andern weit überragende Leitungsfähigkeit zeigt, die dritte hingegen eine beträchtlich geringere als die zweite Gruppe, welche von mehreren Salzen gleicher Leitungsfähigkeit gebildet wird. Diese Verschiedenheit in der Leitungsfähigkeit findet jedoch ihre vollständige Erklärung in dem Vorgange der Electrolyse dieser Salze, so weit derselbe untersucht ist und steht in vollem Einklange nicht nur mit den oben gefundenen Schlüssen, sondern auch mit der Auffassung, welche man sich von der Form gebildet hat, in welcher diese Salze in der Lösung enthalten sind.

Vergleicht man die Leitungsfähigkeit der halbgesättigten Salze mit derjenigen der gesättigten, so treten die Verschiedenheiten der drei Gruppen sehr deutlich hervor. Um diese Vergleichung übersichtlicher zu machen sind die chemischen Formeln der sauren Salze so gewählt, dass gleiche Aequivalente der Salze auch gleiche Aequivalente des Radicals, also des *K*, *Na* und *Am*, besitzen. So ist die Formel für das gesättigte schwefelsaure Kali $K_2 SO_4$ für das halbgesättigte $K_2 H_2 2 SO_4$. In aequivalenten Lösungen ist demnach im halbgesättigten Salz die doppelte Menge Säure enthalten gegen die Menge letzterer im gesättigten Salz. Da nun aber nach dem früheren die Säuren als negative Jonen keinen Einfluss auf das aequivalente Leitungsvermögen ausüben, so muss man erwarten für das gesättigte und halbgesättigte Salz die gleiche aequivalente Leitungsfähigkeit zu finden, sobald die positiven Jonen der Electrolyse für beide Salze dieselben sind. Dies findet nachweislich statt für die beiden chromsauren Verbindungen des Kali, für das gelbe und das rothe Salz und, wie man nach Analogie zu schliessen berechtigt ist, wohl auch für die entsprechenden Salze des Ammoniac. Dem entsprechend finden wir denn auch in der That, dass die aequivalente Leitungsfähigkeit beider chromsauren Salze des Kali und ebenso die des Ammoniac einander gleich sind. Die Electrolyse des doppelt kohlensauren Kali ist, so viel ich weiss, nicht beobachtet und untersucht worden, doch kann man wohl erwarten, dass beide kohlensauren Salze, das gesättigte wie das halbgesättigte, gleiche positive Jonen liefern. Ihr aequivalentes Leitungsvermögen ist dassselbe.

Wie das auffallend geringe Leitungsvermögen des doppelt oxalsauren Kali zu erklären ist, kann aus Unkenntniss des Vorganges bei der Electrolyse dieses Salzes nicht gesagt werden.

Wesentlich verschieden ist die Electrolyse der zwei schwefelsauren Verbindungen des Kali. Bekanntlich nimmt man an, dass das saure Salz in der Lösung nicht besteht, sondern in das gesättigte, einfach saure Salz und in freie Schwefelsäure zerfällt, so dass man es in diesem Falle mit einem Gemenge zweier Lösungen zu thun hat. Nach dem Gesetze der Stromverzweigung müsste man erwarten, dass die Leitungsfähigkeit desselben der Summe der Leitungsfähigkeiten der einzelnen Lösungen entspräche, ein wenig modificirt durch Zähflüssigkeit der Lösung. Dass dem indessen nicht so ist, sieht man aus folgender Zusammenstellung:

Für Lösungen von	$\frac{1}{4}$	$\frac{1}{8}$	$\frac{1}{16}$	$\frac{1}{32}$	$\frac{1}{64}$	Aequivalent
Leitungsfähigkeit für $K_2 SO_4$	23,5	25,7	27,8	29,7	31,5	
» $H_2 SO_4$	58,5	63,6	68,3	73,7	79,9	
Summe	82,0	89,3	96,1	103,4	111,4	
Leitungsfähigkeit f. $K_2 H_2 2SO_4$	63,6	70,5	78,3	87,4	97,7	
Differenz	18,4	18,8	17,8	16,0	13,7	

Die Leitungsfähigkeit für das doppelt saure Salz ist demnach beträchtlich geringer als die Summe der Leitungsfähigkeiten für das einfach saure Salz und der Schwefelsäure zusammen. Es erklärt sich dieser Umstand vollkommen aus Berthelots[17]) thermischen Untersuchungen über die Lösungen des halbgesättigten schwefelsauren Kalis, aus denen hervorgeht, dass dieses Salz nur theilweise zerfällt und zwar in um so bedeutenderer Menge, je mehr Wasser zur Lösung benutzt wird. Auch diese Anschauung findet in den Leitungswiderständen insoferne ihre Bestätigung, als die Differenzen zwischen Leitungsfähigkeit des sauren Salzes und der Summe der Leitungsfähigkeiten des einfachen Salzes und der Schwefelsäure mit zunehmender Verdünnung der Lösung abnehmen. Eine Lösung des doppelt schwefelsauren Salzes des Kali und ebenso des Ammoniac ist demnach zu betrachten als ein Gemenge von drei Lösungen, von freier Schwefelsäure, von einfach schwefelsaurem und von doppelt schwefelsaurem Salz.

Indem ich hiermit gegenwärtige Untersuchung abschliesse, fasse ich die wesentlichen Resultate derselben, wie auch meiner füher publicirten Abhandlung über die Widerstände der Halloïdverbindungen, in folgende Sätze zusammen.

---

17) Annales de chimie et de physique, 4 série, t. 30, pag. 436.

1. Die Leitungsfähigkeiten der Lösungen eines und desselben Salzes von verschiedener Concentration sind dem Salzgehalte der Lösungen nicht proportional, selbst bei sehr stark verdünnten Lösungen wachsen ihre Leitungsfähigkeiten langsamer als die Concentrationen.

2. Die aequivalente Leitungsfähigkeit ist bedingt durch die Natur des sich bei der Electrolyse bildenden positiven Jons, wird aber modificirt durch die Reibung, welche dasselbe bei der Bewegung in der Lösung erfährt.

3. Das negative Jon ist ohne jeglichem Einfluss auf das electrische Leitungsvermögen, daher

4. haben alle Salze eines und desselben Radicales gleiche aequivalente Leitungsfähigkeiten, vorausgesetzt, das sie dieselben positiven Jonen geben. Die Unterschiede rühren von Reibungswiderständen her.

Ich kann nicht umhin darauf aufmerksam zu machen, wie schwierig die beiden letzten Sätze nach der Anschauung zweier einen Leiter durchströmenden Electricitäten zu erklären sind, während sie zu Gunsten nur einer durchströmenden Electricität sprechen.

Zum Schlusse komme ich nur einer angenehmen Pflicht nach, wenn ich hier meinem früheren Schüler N. Gutkowky meinen Dank ausspreche für die vielfache Hülfe, mit welcher er mich bei Bereitung der Chemikalien und bei der Analyse der Lösungen unterstützt hat.

BEKANNTMACHUNG

der Kaiserlichen Akademie der Wissenschaften.

Als im Jahre 1847, bald nach Rückkehr des Herrn Dr. A. Th. von Middendorff von seiner sibirischen Reise, seitens der Akademie der Wissenschaften die Herausgabe seiner Reisebeschreibung in deutscher Sprache begann, wurde, einfacherer Berechnung wegen, für jeden Band derselben, ohne Rücksicht auf seinen Umfang und die Zahl der in ihm enthaltenen Tafeln, einförmig der Preis von 5 Rub. 40 Kop. (6 Thlr.) bestimmt. Gegenwärtig kann das Werk, ungeachtet einer Lücke im zweiten Bande, als vollendet betrachtet werden, und zwar enthält dasselbe 16 Lieferungen, die zu 4 Bänden zusammengestellt sind. Da jedoch der Inhalt des Werkes ein sehr mannigfaltiger und fast jede der Lieferungen einer besonderen Specialität gewidmet ist, so hat die Akademie, um die verschiedenen Theile des Werkes den betreffenden Fachgelehrten zugänglicher zu machen, die Bestimmung getroffen, dass von nun an wie die Bände so auch die Lieferungen einzeln im Buchhandel zu haben sein sollen, und zwar zu den folgenden, nach Umfang und Zahl der Tafeln normirten Preisen.

Dr. A. Th. v. Middendorff's Reise in den äussersten Norden und Osten Sibiriens während der Jahre 1843 und 1844 mit Allerhöchster Genehmigung auf Veranstaltung der Kaiserlichen Akademie der Wissenschaften zu St. Petersburg ausgeführt und in Verbindung mit vielen Gelehrten herausgegeben. 4 B^{de} in 4^{0} (1847 — 1875).

	Silber.		Reichsm.	
	Rbl.	K.	Mrk.	Pf.
Bd. I. Th. I. Einleitung. Meteorologische, geothermische, magnetische und geognostische Beobachtungen. Fossile Hölzer, Mollusken und Fische. Bearbeitet von K. E. von Baer, H. R. Göppert, Gr. von Helmersen, Al. Graf. Keyserling, E. Lentz, A. Th. v. Middendorff, W. v. Middendorff, Johannes Müller, Ch. Peters. Mit 15 lith. Tafeln. 1848. LVI u. 274 S.	3	45	11	50
Bd. I. Th. II. Botanik. **Lf. 1.** Phaenogame Pflanzen aus dem Hochnorden. Bearbeitet von E. R. v. Trautvetter. 1847. Mit 8 lithogr. Tafeln. IX u. 190 S.	2	25	7	50
Lf. 2. Tange des Ochotskischen Meeres. Bearb. von F. J. Ruprecht. 1851. Mit 10 chromolithogr. Tafeln. (Tab. 9 — 18.) S. 193 — 435	3	95	13	20
Lf. 3. Florula Ochotensis phaenogama. Bearbeitet von E. R. v. Trautvetter und C. A. Meyer. Musci Taimyrenses, Boganidenses et Ochotenses nec non Fungi Boganidenses et Ochotenses in expeditione Sibirica annis 1843 et 1844 collecti, a fratribus E. G. et G. G. Borszczow disquisiti. Mit 14 lithogr. Tafeln. (19—31.) 1856. 148 S.	2	45	8	20
Bd. II. Zoologie **Th. I.** Wirbellose Thiere: Annulaten. Echinodermen. Insecten. Krebse. Mollusken. Parasiten. Bearbeitet von E. Brandt, W. F. Erichson, Seb. Fischer, E. Grube. E. Ménétriès, A. Th. v. Middendorff. Mit 32 lith. Tafeln. 1851. 516 S. (Beinahe vergriffen.)	7	35	24	50
Th. II. Lf. 1. Wirbelthiere. Säugethiere, Vögel und Amphibien. Bearb. von Middendorff Mit 26 lithogr. Tafeln. 1853. 256 S. (Vergriffen.)	6	35	21	20
Bd. III. Ueber die Sprache der Jakuten. Von Otto Böhtlingk. **Th. I. Lf. 1.** Jakutischer Text mit deutscher Uebersetzung. 1851. 96 S.	—	80	2	70
Lf. 2. Einleitung. Jakutische Grammatik. 1851. S. LIV u. 97—397	2	30	7	70
Th. II. Jakutisch-deutsches Wörterbuch. 1851. 184 S.	1	40	4	70
Bd. IV. Sibirien in geographischer, naturhistorischer und ethnographischer Beziehung. Bearbeitet von A. v. Middendorff. **Th. I.** Uebersicht der Natur Nord- und Ost-Sibiriens. **Lf. 1.** Einleitung. Geographie und Hydrographie. Nebst Tafel II bis XVIII des Karten-Atlasses. 1859. 200 S. und 17 Tafeln des Atlasses	3	15	10	50
Lf. 2. Orographie und Geognosie. 1860. S. 201—332. (Vergriffen.)	1	10	3	70
Lf. 3. Klima. 1861. S. 333—523 u. XXV	1	70	5	70
Lf. 4. Die Gewächse Sibiriens. 1864. S. 525—783 u. LVI	2	45	8	20
Th. II. Uebersicht der Natur Nord- und Ost-Sibiriens. **Lf. 1.** Thierwelt Sibiriens. 1867. S. 785—1094 u. XIII	2	50	8	30
Lf. 2. Thierwelt Sibiriens (Schluss). 1874. S. 1095—1394	2	30	7	70
Lf. 3. Die Eingeborenen Sibiriens (Schluss des ganzen Werkes). 1875. S. 1395—1615. Mit 16 lith. Tafeln	3	25	10	80

MÉMOIRES
DE
L'ACADÉMIE IMPÉRIALE DES SCIENCES DE ST.-PÉTERSBOURG, VII^E SÉRIE.
TOME XXVI, N° 4.

STUDIEN AUF DEM GEBIETE
DER
ABSORBTIONSSPECTRALANALYSE

VON

Dr. B. Hasselberg,
Adjunct-Astronomen der Pulkowaer Hauptsternwarte.

Avec 4 planches.

(*Présenté à l'Académie dans la Séance du 30 Mai 1878.*)

SMITHSONIAN INSTITUTION
JAN 29 1879

ST.-PÉTERSBOURG, 1878.
Commissionnaires de l'Académie Impériale des sciences:

à St.-Pétersbourg:
M. Eggers et C^ie, J. Issakof et J. Glasounof.

à Riga:
M. N. Kymmel.

à Leipzig:
M. Léopold Voss.

Prix: 1 Rbl. = 3 Mark 30 Pfg.

MÉMOIRES
DE
L'ACADÉMIE IMPÉRIALE DES SCIENCES DE ST.-PÉTERSBOURG, VII^E SÉRIE.
TOME XXVI, N° 4.

STUDIEN AUF DEM GEBIETE

DER

ABSORBTIONSSPECTRALANALYSE

VON

Dr. B. Hasselberg,
Adjunct-Astronomen der Pulkowaer Hauptsternwarte.

Avec 4 planches.

(*Présenté à l'Académie dans la Séance du 30 Mai 1878.*)

ST.-PÉTERSBOURG, 1878.

Commissionnaires de l'Académie Impériale des sciences:

à St.-Pétersbourg:
M. Eggers et C^ie, J. Issakof et J. Glasounof.

à Riga:
M. N. Kymmel.

à Leipzig:
M. Léopold Voss.

Prix: 1 Rbl. = 3 Mark 30 Pfg.

Imprimé par ordre de l'Academie Imperiale des sciences.

Septembre 1878. C. Vesselofsky, Secrétaire perpétuel.

Imprimerie de l'Académie Impériale des Sciences.
(Vass.-Ostr., 9e ligne, № 12.)

§ 1. Einleitung. Historische Notizen.

Unter den vielen neueren Zweigen der physikalischen Forschung giebt es wenige, die in verhältnissmässig kurzer Zeit eine so erhebliche Entwickelung erfahren haben, wie die Spectralanalyse. Dies neue Gebiet der Optik, welches gegenwärtig beinahe als eine selbstständige Wissenschaft angesehen werden kann, ist nicht nur an sich ungemein rasch vorgeschritten, sondern es haben auch die Anwendungen der errungenen Resultate und Methoden auf fast alle Theile der Naturwissenschaft zu vielen vorher nicht geahnten Ergebnissen geführt und neue Felder der Untersuchung eröffnet. Dessen ungeachtet giebt es jedoch manche Theile der Spectralanalyse, die noch sehr vernachlässigt erscheinen, und deren näheres Studium unumgänglich nothwendig ist. Dahin dürfte namentlich die Absorbtionsspectralanalyse der farbigen Gase gerechnet werden. Ueberblickt man nämlich die spectroskopische Literatur, so wird man zugestehn müssen, dass diesem Gegenstande nur ein unbedeutender Theil derselben gewidmet ist, während die Emissionsspectralanalyse die Aufmerksamkeit der Forscher in weit höherem Grade in Anspruch genommen hat. In Abrede kann freilich nicht gestellt werden, dass dieser letztere Zweig in qualitativ analytischer Beziehung eine vorwiegende Wichtigkeit besitzt, aber andererseits dürfte der Absorbtionsspectralanalyse der Gase eben in dieser Hinsicht, ohne von ihrer optisch-theoretischen Bedeutung zu reden, kein geringfügiges Stimmrecht eingeräumt werden müssen. Erwägt man nun dabei, dass auf diesem Gebiete die älteren Untersuchungen häufig entweder mit ungenügenden instrumentellen Hülfsmitteln oder nach Methoden, die nunmehr als für den fraglichen Zweck wenig geeignet bezeichnet werden müssen, ausgeführt worden sind, so dürfte wohl die Wiederaufnahme einiger Untersuchungen nicht nur motivirt, sondern sogar geboten erscheinen. Ich habe deshalb die Absicht die Absorbtionsspectra einiger der interessantesten Gase und Dämpfe, nach den Wellenlängen ihrer Streifen — die einzig allgemeingültige Methode — einer möglichst genauen Revision zu unterwerfen.

Ehe ich aber auf meinen Gegenstand näher eingehe, möchte vielleicht ein kurzgefasster Ueberblick dessen, was auf dem fraglichen Gebiete im Allgemeinen bereits festgestellt und beobachtet worden ist, am Platze sein, zumal ich dadurch bei den weiter unten über die einzelnen Gase anzuführenden Beobachtungen mich dabei nicht weiter aufzuhalten brauchen

werde. Geht man also in der Geschichte der Spectralanalyse zurück, so findet sich die erste Beobachtung derartiger Erscheinungen im Jahre 1832, wo das Absorbtionsspectrum der gasförmigen Untersalpetersäure von Brewster beobachtet wurde[1]). In den unmittelbar vorhergehenden Jahren hatte sich Brewster vielfach mit den absorbirenden Eigenschaften verschiedener farbiger Media beschäftigt, theils mit der Absicht dadurch ein Mittel zur Herstellung eines homogenen Lichtes zur Beleuchtung der Gegenstände unter dem Mikroskope zu gewinnen, theils und hauptsächlich um die Eigenthümlichkeiten der Körperfarben näher kennen zu lernen, sowie auch «um ein allgemeines Princip für chemische Analyse, wodurch einfache und zusammengesetzte Körper durch ihre Wirkung auf bestimmte Theile des Sonnenspectrums charakterisirt werden könnten» zu entdecken[2]). In den Spectralerscheinungen des Schwefels und des Jods meinte damals Brewster für diese Ideen eine besondere Stütze gefunden zu haben, wogegen die Verhältnisse bei der Untersalpetersäure seine Hoffnungen nicht nur nicht begünstigten, sondern im Gegentheil ihm so eigenthümlich und fremdartig erschienen, dass er seine Enttäuschung in hohem Grade ausdrückte. In der That ist auch wirklich dies Spectrum bedeutend verwickelter als z. B. dasjenige des Joddampfs; dass aber für die Idee eine chemische Analyse auf die Absorbtionsspectra zu gründen, im ersteren Falle weniger als im letzteren eine Stütze gefunden wurde, scheint wohl nur darin seinen Grund haben zu können, dass Brewster beim Jodspectrum wenig oder kein Detail beobachtet hat. Es lässt sich aus seiner Abhandlung nicht übersehn, in welcher Weise er das Jodspectrum hergestellt hat; hätte er aber dasselbe, so wie das der Untersalpetersäure, direct mit dem Sonnenspectrum verglichen, so wäre ihm wahrscheinlich nicht der immerhin bedeutende Detailreichthum desselben entgangen, wie er in den letzten Jahren von Thalén beobachtet und beschrieben ist[3]). Reichthum an Einzelnheiten in dem Spectrum eines Körpers kann aber wohl nur dann der Anwendung desselben als Erkennungsmittel hinderlich sein, wenn darüber genügende Untersuchungen fehlen.

Die Untersuchungen Brewster's über das Spectrum der Untersalpetersäure, welche im Laufe der Zeit vielfache Unterbrechungen erlitten hatten, gelangten erst viel später, um 1860, zur Oeffentlichkeit und zwar in Verbindung mit seinen ausgedehnten, gemeinschaftlich mit Gladstone unternommenen Untersuchungen über das Sonnenspectrum und das Absorbtionsspectrum der Erdatmosphäre[4]). Sie sind in ziemlich detaillirten Zeichnungen niedergelegt, da aber nur wenige directen Messungen mitgetheilt und auch nicht einmal eine Scale den Zeichnungen beigefügt ist, so lassen

---

1) Pogg. Ann. Bd. XXVIII. p. 385 u. XXXVII, p. 50, Edinb. Trans. Bd.XII, p. 519.

2) Die Idee die Absorbtionserscheinungen für qualitative Analyse zu verwenden, liegt in diesen Worten klar ausgesprochen, obgleich andererseits bekanntlich diese Idee für die Praxis keine nennenswerthen Resultate geliefert hat. In der neuesten Zeit ist aber die Frage von neuem wieder aufgenommen worden. Vergl. Pogg. Ann. Bd. CLX, p. 177.

3) Thalén. Jodgasens Absorbtionsspectrum. Swenska Wet. Akad. Handlingar. Vol. 8, 1869.

4) Phil. Trans. Vol. CL, 1860, p. 157.

sich daraus die Wellenlängen der einzelnen Linien gar nicht, oder nur sehr mangelhaft ermitteln. Nichtsdestoweniger ist die betreffende Zeichnung Brewster's, obgleich in vielen Beziehungen unbefriedigend, noch heute, soviel ich weiss, die vollständigste, die für dieses Gas existirt, denn die von W. A. Miller um 1845 publicirte ist damit nicht entfernt zu vergleichen. In einem nahezu gleichzeitig mit der Abhandlung Brewster's erschienenen Aufsatze[1]), stellt zwar Weiss eine grosse auf directe Messungen begründete Zeichnung dieses Spectrums in Aussicht; dieselben sind aber meines Wissens nie publicirt.

Brewster hatte für das eingehende Studium, welches er dem Spectrum der Untersalpetersäure widmete, noch einen zweiten rein praktischen Grund. Er hatte nämlich bald gefunden, dass die Absorbtionslinien der Untersalpetersäure nicht nur in Bezug auf Schärfe, sondern vor Allem durch ihre feste Lage für praktisch-optische Untersuchungen den Fraunhofer'schen Linien des Sonnenspectrums an Brauchbarkeit durchaus nicht nachstanden, und da die letzteren nicht immer disponibel sind, so war seine Absicht durch genaue Untersuchung der ersteren einen für den praktischen Optiker immer zugänglichen Ersatz zu beschaffen. Gegen diese Ansicht Brewster's tritt nun Weiss in dem obenerwähnten Aufsatze auf, indem er, auf Messungen der gegenseitigen Distanzen der Linien bei wechselnden Zuständen des Gases gestützt, die Ansicht vertheidigt, dass diese Distanzen variabel sind und dass demnach Brechungsindices, die mit Hilfe dieser Linien abgeleitet werden, höchstens als angenäherte aber nicht als den Bedürfnissen der Wissenschaft genügende angesehen werden können. Die Berechtigung dieses Einwurfs gegen Brewster ist schon von Moser in Zweifel gezogen und ich werde weiter unten sowohl für die Richtigkeit der Brewster'schen Ansicht, wie ich hoffe, genügende Belege anführen, als auch die Umstände hervorheben, auf welche die von Weiss beobachteten abweichenden Erscheinungen aller Wahrscheinlichkeit nach begründet sind.

Bald nach der Entdeckung Brewster's wurden analoge Erscheinungen an mehreren anderen farbigen Gasen und Dämpfen von Daniell und W. H. Miller[2]) beobachtet, so namentlich beim Brom, Jod, Chlor, Evchlorin und Indigo. Die Linien der beiden ersten Dämpfe fand Miller identisch und in gleichen Abständen vertheilt[3]), was freilich durch neuere Untersuchungen als Irrthum nachgewiesen worden ist, und beim Chlor konnte er allerdings nur eine allgemeine Absorbtion des violetten Theils des Spectrums constatiren. Das Unzutreffende dieser Ergebnisse hat man in der Unvollkommenheit seiner Apparate zu suchen; die Existenz derartiger Erscheinungen bei mehreren farbigen Gasen zuerst nachgewiesen zu haben, bleibt aber immerhin Miller's Verdienst. Auf diesem Punct scheint darauf die Untersuchung stehen geblieben zu sein, bis im Jahre 1845 W. A. Miller[4]) die Frage im Zusammenhange mit seinen Untersuchungen über die Spectra der

1) Wien. Sitz. Ber. Math.-phys. Cl. Bd. XLIII, p. 208.
2) Pogg. Ann. Bd. XXVIII, p. 386.
3) Pogg. Ann. Bd. XXXII, p. 128.
4) Pogg. Ann. Bd. LXIX, p. 404. Phil. Mag. (3), Bd. XXVII, p. 81.

farbigen Flammen wieder aufnahm. Die Anzahl der untersuchten Stoffe wurde dabei bedeutend vermehrt und für die Spectra der interessantesten derselben wurden farbige Zeichnungen entworfen, die indessen sehr unvollkommen sind, und nach Miller's eigener Aussage auf keine besondere Genauigkeit Anspruch machen. Und anders konnte es natürlich nicht sein, da Miller zur Herstellung dieser Spectra als Lichtquelle nur das diffuse Tageslicht benutzte. Die Hauptergebnisse seiner Untersuchungen stellt Miller im Anfange seiner Abhandlung summarisch zusammen, und obwohl darin verschiedenes nachher modificirt oder ergänzt worden ist, so finden sich darunter doch manche interessante Angaben, die später Bestätigung gefunden haben. So z. B. findet Miller, dass bisweilen verschiedene Oxydationsstufen eines und desselben Gases, z. B. des Chlors, dieselben Spectralstreifen darbieten, ein Resultat, das in neuerer Zeit von Gernez[1]) bestätigt, aber, wie es scheint, als etwas neues, vorher unbekanntes dargestellt ist. Beim Chlor dagegen findet W. A. Miller, gleich wie W. H. Miller und Daniell, keine Linien, desgleichen auch nicht bei dem tieffarbigen Wolframchlorid. Diese Angabe, die durch spätere Untersuchungen von Robiquet[2]) bestätigt wurde und in mehreren Arbeiten[3]), welche diese Fragen behandeln, wiederholt wird, ist schon längst durch Morren[4]), wenigstens was das Chlor betrifft, widerlegt worden, indem es ihm durch Anwendung kräftigerer Apparate gelang bei diesem Gase mehrere Linien im grünen Theil des Spectrums nachzuweisen. Dasselbe wird ohne Zweifel bei anderen farbigen Gasen, in Bezug auf welche es bis jetzt nicht gelungen ist etwas ähnliches festzustellen, der Fall sein, denn da die Farbe gerade in der Absorbtion begründet ist, und bei allen bis jetzt gefundenen und genügend untersuchten Absorbtionsspectra dieser Art die Absorbtion eine elective ist, so hat man wohl nach Analogie das Recht bei den noch nicht genauer untersuchten Fällen dasselbe zu erwarten. Dass auch die unter gewöhnlichen Umständen farblosen Gase Spectra geben müssen, wenn es nur gelingt die Versuche in genügend grosser Scale anzustellen, scheint wohl auch nicht unwahrscheinlich zu sein, da wir in der Erdatmosphäre das Beispiel einer Mischung derartiger Gase und Dämpfe vor uns haben, die in dieser Beziehung sehr energisch wirkt. Muss man auch dabei nach Jansen's Untersuchungen den Haupttheil dieser Absorbtion einem verhältnissmässig untergeordneten Bestandtheil der Mischung — dem Wasserdampfe — zuschreiben, so lassen sich doch nicht alle Streifen dieses Spectrums auf denselben zurückführen, sondern es mögen wohl einige unter ihnen ihre Entstehung den übrigen Elementen der Mischung verdanken. Dies ist auch nach Ångström[5]) mit den starken bei A, B und α gelegenen Linien der Fall, die bei grosser Kälte, wenn alle übrigen atmosphärischen Linien beinahe verschwinden, gleich deutlich, ja sogar noch deutlicher hervortreten und deshalb von ihm

1) C. R. Tome LXXIV, p. 804.
2) C. R. Tome XLIX, p. 606.
3) Vergl. «Roscoe. Die Spectralanalyse». Deutsche Ausg. von Schorlemmer, 1870, p 119.
4) Pogg. Ann. Bd. CXXXVII, p. 165.
5) Ångström: Recherches sur le Spectre solaire. Upsal., 1868, p. 38.

als aller Wahrscheinlichkeit nach dem geringen Gehalt der Luft an Kohlensäure oder anderen fremden Gasen zugeschrieben werden.

Alle bis jetzt erwähnten Untersuchungen über die Absorbtionsspectra der Gase sind in der Beziehung einander ähnlich, dass die Beobachtungen stets in willkürlichen Scalen gegeben sind. Ueber das Unvortheilhafte dieser Beobachtungsmethode dürfte wohl nunmehr unter den Spectroskopisten kaum irgend eine Meinungsverschiedenheit existiren, denn nicht nur ist die Vergleichung derartiger Angaben unter einander gewöhnlich mit erheblichen Schwierigkeiten verknüpft, sondern es verlieren auch an sich gute Beobachtungen dadurch häufig viel an Werth. Was dabei die Schwierigkeit noch vermehrt, ist, dass man nur selten Angaben antrifft, durch welche die Zahlenwerthe des einen Beobachters auch nur angenähert auf diejenigen eines Anderen zurückgeführt werden können, und die von Zeit zu Zeit auftauchenden Vorschläge zur Herstellung vergleichbarer Spectralscalen können nur in sehr beschränktem Maasse dieser Verwirrung abhelfen. Günstiger stellt sich zwar die Sachlage in denjenigen Fällen, wo die Minimalablenkungen der Linien sowie die Constanten des Prismas angegeben werden, wo also ein Uebergang auf Brechungsindices ermöglicht ist; aber auch dies ist ungenügend, da die fraglichen Constanten nur für gewisse Temperaturverhältnisse, die weiter nicht controllirt werden können, ihre Gültigkeit bewahren. Kommt nun gar die noch willkürlichere und gewöhnlich ohne jede rationelle Begründung gewählte Namen- und Buchstabenbezeichnung der mehr oder weniger charakteristischen Linien[1]) hinzu, so wird man die Schwierigkeit der Identification der Spectrallinien gewiss nicht unterschätzen, zumal das Spectrum eines und desselben Körpers unter verschiedenen Herstellungsbedingungen bekanntlich ein sehr verschiedenes Aussehen annehmen kann. Dies gilt vorzugsweise für die Absorbtionsspectra der Gase und macht das Wiedererkennen der einzelnen Linien auch nach den besten Zeichnungen nicht immer leicht. Das einzige Mittel um über alle diese Schwierigkeiten hinwegzukommen kann offenbar nur darin gesucht werden, dass für die Bezeichnung der Spectrallinien eine andere Grundlage als die bisherige von den Eigenthümlichkeiten der einzelnen Instrumente abhängige gewählt wird, und zwar eine, die auf die specifischen Eigenschaften des Lichts selbst begründet ist. Glücklicherweise ist dabei jede Willkür ausgeschlossen, da bei allem Wechsel der Lichterscheinungen nur eins, nämlich die Wellenlänge im leeren Raum unveränderlich ist; ordnet man also die Spectrallinien nach dieser Constante, so ist in der That den Beobachtungen soviel Allgemeingültigkeit gegeben, wie es überhaupt möglich ist. Die in den letzten Jahren von Ditscheiner, van der Willigen, Mascart und namentlich Ångström ausgeführten absoluten Wellenlängenbestimmungen der Fraunhofer'schen Linien des Sonnenspectrums liefern in vollständig genügendem Maasse die dazu erforderliche Grundlage. Die erste Verwendung

---

1) Die hierdurch entstehende Confusion ist schon früher oft Gegenstand von Bemerkungen gewesen.
Vergl.: d'Arrest. Undersøgelser over de nebulose Stjerner i Henseende til deres spektralanalytiske Egenskaber. Kjøbenhavn, 1872, p. 3.

auf dem Gebiete der Absorbtionsspectra der Gase, die davon gemacht worden ist und die zugleich als der hauptsächlichste Fortschritt unserer Kenntnisse in diesem Theil der Spectralanalyse in neuerer Zeit bezeichnet werden kann, ist die oben erwähnte Abhandlung Thalén's über das Absorbtionsspectrum des Jods. In der letzten Zeit kommt noch die Bestimmung der Wellenlängen der Hauptstreifen des Broms durch Moser[1]) hinzu; von den vielen anderen Absorbtionsspectren aber, über welche ältere Beobachtungen vorliegen, sind keine bis jetzt in dieser Richtung untersucht worden. Einen Beitrag zur Ausfüllung dieser Lücke in der spectroscopischen Literatur zu liefern, ist der Zweck der folgenden Beobachtungen.

---

§ 2. Instrumente und Beobachtungsmethode.

Bei meinen Beobachtungen habe ich ein Spectroscop benutzt, welches nach Zöllner's Angaben von Merz in München construirt und hauptsächlich zur Beobachtung der Sonnenprotuberanzen bestimmt ist. Diesem Zwecke entsprechend ist auch die Dispersion, durch drei Prismensätze à vision directe, eine recht bedeutende. In dem damit erzeugten Sonnenspectrum wird man, wenigstens bei guter Luft, kaum eine einzige Linie der Ångström'schen Tafeln vermissen und in Bezug auf Schärfe und Klarheit bleibt nur wenig zu wünschen übrig. Dies alles gilt jedoch nur für die zwischen B und G liegenden Theile des Spectrums; die beiden Endregionen desselben sind theils wegen Lichtschwäche, theils wegen einer grossen Menge diffusen Lichts, womit das Gesichtsfeld erhellt ist, zur Beobachtung unbrauchbar. Dass aber diese letztere Ursache hier eine bedeutende Rolle spielt, habe ich, wenigstens was das rothe Ende betrifft, direct beobachten können, denn als ich einmal das Sonnenlicht durch eine mächtige Schicht Untersalpetersäure gehen liess, ehe es auf den Spalt fiel, konnte ich in dem jetzt nur auf den rothen Theil reducirten Spectrum die dicken Absorbtionsstreifen sogar jenseits A ins Ultraroth hinein verfolgen. Dieser Mangel des Instruments hat zum grössten Theil darin seinen Grund, dass die Prismensätze auf ihren matten Seiten nicht geschwärzt sind; da sie aber in den Fassungen fest eingekittet sind und sich deshalb nur schwer herausnehmen lassen, so habe ich bis jetzt darin keine Verbesserung vorgenommen.

Das ganze System der Prismensätze ist an seinem einen Ende durch zwei Zapfen mit dem Collimatorfernrohre verbunden und zwar drehbar um eine auf die Brechungsebene senkrechte Achse. Die verschiedenen Stellungen lassen sich an einem mit dem Collimatorrohre fest verbundenen Gradbogen mit Hülfe eines mit dem Prismensysteme verbundenen

1) Pogg. Ann. CLX, p. 188.

Index ablesen, und die Bewegung wird durch eine in diesen Gradbogen eingreifende Schraube bewirkt. Dadurch kann der Einfallswinkel der Strahlen auf das erste Prisma innerhalb gewisser Grenzen beliebig verändert und somit jeder einzelne Spectralbezirk möglichst scharf erhalten werden. Diese Schraube werde ich zum Unterschied von der eigentlichen Mikrometerschraube Schraube I nennen. Das andere Ende des Prismensystems trägt seinerseits, auch um eine der früheren parallele Achse drehbar, das Beobachtungsfernrohr, dessen Bewegungen durch eine in einen zweiten Gradbogen eingreifende Mikrometerschraube regulirt werden. Die Trommel dieser Schraube ist in 100 Theile getheilt. Beide Fernröhre haben beiläufig dieselbe Brennweite von etwa 11,5 Centim. und die freie Oeffnung ihrer Objective beträgt 17 mm.

Zum Einstellen auf die Spectrallinien habe ich im Brennpunkte des Beobachtungsfernrohrs eine bis in das halbe Gesichtsfeld reichende feine Glasspitze angebracht. Die Verwendung zweier parallelen Fäden oder eines Fadenkreuzes ist bei diesen Beobachtungen durchaus unbefriedigend, denn sobald die Fäden der zu messenden Linie genähert werden verschwindet sie gewöhnlich für die Auffassung, wenn sie fein ist. Mit einer feinen Glasspitze dagegen lässt sich die Einstellung auch der schwächsten Linien leicht und sicher bewerkstelligen, da dadurch nur die eine Hälfte der Linien verdeckt wird. Bei meinen Beobachtungen überschreitet der wahrscheinliche Fehler einer Einstellung im Allgemeinen nicht 0,05 Trommeltheile, was in Wellenlängen ausgedrückt höchstens 0,00000002 mm. beträgt. Dies erreicht schon die Genauigkeitsgrenze der feinsten Spectralbeobachtungen.

Das Instrument war während der ganzen Beobachtungszeit auf einem schweren gusseisernen Dreifuss auf einem soliden Tische in der Richtung des von einem Heliostatenspiegel ins dunkle Beobachtungszimmer einfallenden Strahlenbündels aufgestellt und die Lichtstrahlen wurden, um grössere Lichtstärke zu gewinnen, durch eine Cylinderlinse zu einer scharfen Brennlinie auf dem Spalt vereinigt. Zwischen dieser unmittelbar vor dem Spalt befestigten Linse und dem Heliostaten wurde das zur Aufnahme des zu untersuchenden Gases besimmte, an den Enden mit plangeschliffenen Deckgläsern versehene Glasrohr so aufgestellt, dass die Sonnenstrahlen, ehe sie die Linse erreichten, dies Rohr passiren mussten. Durch diese Anordnung erhält man die Absorbtionslinien des Gases mit den Fraunhofer'schen Linien des Sonnenspectrums vermischt, und die Beobachtung der ersteren geschieht in der Weise, dass ihre Lage in Bezug auf naheliegende Sonnenlinien mittelst der Mikrometerschraube bestimmt wird. Um dabei die Linien des Gases sicher von denjenigen der Sonne unterscheiden zu können, wurde nach Einstellung einer Linie die absorbirende Gassäule entfernt und somit entschieden, ob die fragliche Linie im reinen Sonnenspectrum vorkäme oder nicht. Um dies Entfernen des Glasrohrs bequem bewerkstelligen zu können, hatte ich folgende Einrichtung getroffen. Das Rohr war auf zwei sich nach oben gabelförmig erweiternden Holzstützen befestigt, welche, durch eine Holzleiste zu einem einzigen System verbunden, um zwei in dem Tisch befestigten Charniere gedreht werden konnten und zwar um eine Achse, die der Längerichtung des Rohrs parallel war. Eine mit dem

Apparat verbundene, bis zum Beobachter reichende Schnur ermöglichte dem Letzteren, ohne das Auge vom Oculare zu entfernen, das Rohr etwas seitwärts, parallel mit sich selbst zu verschieben und somit den Sonnenstrahlen einen ungehinderten Weg ins Spectroskop zu eröffnen. Nachher konnte das Absorbtionsrohr ebenso bequem wieder in die alte Stellung zurückgebracht werden. In dieser Weise ist es leicht, jede einzelne Linie des Gasspectrums von denjenigen der Sonne sicher zu trennen; nur im Falle einer vollkommenen Coincidenz könnte gelegentlich etwas Zweifel entstehn, aber auch dann hat man in anderen Merkmalen, z. B. in der vermehrten Schwärze der Linie u. s. w., jedenfalls die Mittel um zu erkennen, ob an fraglicher Stelle eine Absorbtionslinie existirt oder nicht[1]).

Bei den Beobachtungen wurden im Allgemeinen zwei Absorbtionsröhren benutzt von resp. 1,18 Met. und 0,75 Met. Länge und 30 mm. Durchmesser. Das letztere Rohr habe ich als das bequemere vorzugsweise verwendet, da in den meisten Fällen eine Gassäule von dieser Länge vollkommen ausreicht. Nur um das Spectrum der Untersalpetersäure beim höchsten Grad der Absorbtion zu studiren, habe ich auch ein Rohr von 2,5 Meter in Anwendung gebracht. Die Röhren waren mit drei kleinen Seitenröhrchen versehen, von welchen zwei zum Ein- und Auslassen des Gases und das dritte zur gelegentlichen Verbindung mit einem Gasometer oder Manometer diente.

Oben wurde gesagt, dass, um die verschiedenen Spectralregionen scharf sehn zu können, der Einfallswinkel auf das erste Prisma durch Drehung der Schraube I verändert werden musste. Dadurch wird aber die Dispersion für jede dieser Stellungen eine andere und folglich müssen die Werthe der Mikrometertheile für die Reduction auf Wellenlängen in jedem Falle einem besonderen Gesetze folgen. Man muss also für diese Factoren ebenso viele Tafeln construiren als Bezirke, in welche das Spectrum getheilt worden, vorhanden sind. Für meine Beobachtungen habe ich vier solche Abtheilungen gebildet, nämlich[2]):

Abth.	*A.*	Schraube I	auf	0,0	eingestellt.	Von	*B*	bis *D.*
»	*B.*	»	»	3,0	»	»	*D*	» *b.*
»	*C.*	»	»	7,0	»	»	*b*	» $\lambda = 4600.$
»	*D.*	»	»	10,0	»	»	$\lambda = 4600 - G.$	

In jeder dieser Abtheilungen wurde eine Anzahl (von *B* bis *G* im Ganzen 130) Sonnenlinien gemessen und die Differenzen der Mikrometerablesungen wurden mit den ent-

---

1) Schon Brewster erkannte, dass bisweilen sehr schwache Sonnenlinien durch Coincidenz mit schwachen Gaslinien an Stärke zunehmen und leichter sichtbar werden. Vergl. a. a. O. Edinburg, Trans. XII, p. 527.

2) Die Wellenlängen sind hier und überall weiter in Einheiten der siebenten Stelle gegeben, die Zahlen drücken also Zehn-milliontel des Millimeters aus

sprechenden, Ångström's Tafeln entnommenen, Wellenlängendifferenzen verglichen. Das Verhältniss der letzteren zu den ersteren giebt dann den für die in der Mitte liegende Wellenlänge geltenden Reductionsfactor. Um nun diese Factoren möglichst sicher zu haben, wurden einerseits alle gewählten Linien zweimal gemessen und bei jeder Messung zweimal eingestellt; andererseits wurden die gewonnenen Factoren noch graphisch interpolirt, um die kleinen, noch übrigen, von der Biegung des Spectroscops oder anderen Ursachen herrührenden Ungleichförmigkeiten im Verlaufe derselben auszugleichen. Die dadurch erhaltenen Reductionstafeln, obgleich für den hier vorliegenden Zweck genügend, haben mich jedoch nicht ganz befriedigt, indem nichtsdestoweniger hie und da einige Discontinuitäten nachgeblieben waren, deren Realität mir desshalb fraglich erschien, weil, wegen der unverrückten Lage der Prismen für die einzelnen Spectralgebiete, die Curven, welche die Abhängigkeit der Mikrometerangaben von den Wellenlängen darstellen, nothwendiger Weise continuirlich sind. Ich habe desshalb versucht diesen Zusammenhang durch Functionen von der Form:

$$f = a + b\lambda + c\lambda^2$$

auszudrücken und die Constanten a, b, c, nach der Methode der kleinsten Quadrate zu berechnen. Dadurch gewinnt man zugleich eine Vorstellung von der Sicherheit, sowohl der Factoren f selbst, als auch der mit ihrer Hülfe abgeleiteten Wellenlängen, insoweit sie von diesen Factoren abhängen. Bei dieser Rechnung habe ich auch einige später zur Controllirung des unveränderten Zustandes des Instruments abgeleitete Factoren hinzugezogen, aber nur mit halbem Gewicht, weil sie auf nur einer Messung beruhten. In dieser Weise bin ich zu den folgenden Ausdrücken gelangt:

Abth. *A.*
$$f = +3{,}12 + [9{,}2971_n]\lambda + [7{,}4914]\lambda^2$$
$$\rho = \pm 0{,}03$$

» *B.*
$$f = +4{,}47 + [9{,}4249_n]\lambda + [7{,}4944]\lambda^2$$
$$\rho = \pm 0{,}03$$

» *C.*
$$f = -11{,}12 + [9{,}5616]\lambda + [7{,}3729_n]\lambda^2$$
$$\rho = \pm 0{,}02$$

» *D.*
$$f = +31{,}90 + [0{,}1807_n]\lambda + [8{,}2601]\lambda^2$$
$$\rho = \pm 0{,}03$$

wo ρ den wahrscheinlichen Fehler eines einzelnen f bedeutet, die λ in Einheiten der fünften und die f in Einheiten der siebenten Stelle ausgedrückt sind. Nach diesen Formeln sind die folgenden Reductionstafeln berechnet:

Abtheilung *A*		Abtheilung *B*		Abtheilung *C*		Abtheilung *D*	
λ	*f*	λ	*f*	λ	*f*	λ	*f*
69,0	4,20	59,0	2,44	51,0	1,33	47,0	0,85
68,5	4,09	58,5	2,35	50,5	1,27	46,5	0,77
68,0	3,97	58,0	2,26	50,0	1,20	46,0	0,68
67,5	3,87	57,5	2,16	49,5	1,14	45,5	0,61
67,0	3,76	57,0	2,08	49,0	1,06	45,0	0,54
66,5	3,65	56,5	1,98	48,5	1,00	44,5	0,48
66,0	3,54	56,0	1,90	48,0	0,93	44,0	0,44
65,5	3,43	55,5	1,81	47,5	0,87	43,5	0,39
65,0	3,34	55,0	1,73	47,0	0,80	43,0	0,36
64,5	3,24	54,5	1,64	46,5	0,72		
64,0	3,13	54,0	1,57	46,0	0,66		
63,5	3,03	53,5	1,47	45,5	0,57		
63,0	2,94	53,0	1,41	45,0	0,50		
62,5	2,84	52,5	1,34				
62,0	2,75	52,0	1,26				
61,5	2,65	51,5	1,19				
61,0	2,56	51,0	1,13				
60,5	2,48						
60,0	2,38						
59,5	2,30						
59,0	2,22						
58,5	2,13						
58,0	2,05						
57,5	1,97						
57,0	1,89						
56,5	1,82						
56,0	1,74						

Um nun an einigen Beispielen zu zeigen, wie genau die Wellenlänge einer unbekannten Linie durch mikrometrische Verbindung mit naheliegenden Sonnenlinien und durch Hülfe der obigen Tafel sich berechnen lässt, will ich aus meinen Messungen der Sonnenlinien einige Gruppen auswählen, und in jeder eine Linie als unbekannt betrachten um ihre berechnete Wellenlänge mit Ångström's Messung zu vergleichen:

Beispiel 1. Abtheilung *A*.

Mikr.	Diff.	λ			
10,0016		6136,0			
	13,38				
1354		—	Für $\lambda = 61{,}0 : f = 2{,}56$;	13,38 $f = 34{,}3$	$\lambda = 6101{,}7$
	9,53			9,53 $f = 24{,}4$	$= 6101{,}9$
2307		6077,5			6101,8
					Ångstr. 6101,7

Beispiel 2. Abtheilung *B*.

Mikr.	Diff.	λ			
11,2000		5454,7			
2537	5,37	—	Für $\lambda = 54{,}45 : f = 1{,}63$;	$5{,}37\ f = 8{,}8$	$\lambda = 5445{,}9$
3626	10,89	5428,8		$10{,}89\ f = 17{,}8$	5446,6
					5446,2
				Ångstr.	5446,0

Beispiel 3. Abtheilung *C*.

13,0015		4877,4			
1691	16,76	—	Für $\lambda = 48{,}6 : f = 1{,}01$;	$16{,}76\ f = 16{,}9$	$\lambda = 4860{,}5$
2280	5,89	4854,8		$5{,}89\ f = 5{,}9$	4860,7
					4860,6
				Ångstr.	4860,6

Diese beinahe absolute Uebereinstimmung zeugt genügend für die Zuverlässigkeit der obigen Tafel und für den vorliegenden Zweck ist es demnach vollständig genügend die Spectrallinien der Absorbtionsspectra mit nur einer Sonnenlinie zu verbinden. Mit Rücksicht aber auf den wahrscheinlichen Fehler der Reductionsfactoren ist, wenn man den Bestimmungen möglichst grosse Schärfe verleihen will, die Wahl möglichst naheliegender Sonnenlinien jedenfalls zu empfehlen, eine Anforderung, deren Erfüllung keine Schwierigkeiten entgegenstehn.

Bei der Beobachtung der Absorbtionsspectra wurden die Linien gleich wie bei denjenigen des Sonnenspectrums stets zweimal eingestellt und für die einzelnen Spectra zwei von einander ganz unabhängige Messungsreihen angestellt. Die im Allgemeinen sehr gute Uebereinstimmung der in dieser Weise erhaltenen Werthe wird aus den weiter unten folgenden Wellenlängentafeln deutlich hervorgehen.

Die Anwendung einer Reductionstafel, wie die oben ermittelte, setzt natürlich voraus, dass das Instrument längere Zeit hindurch unverändert bleibt. Um über diesen Punct Gewissheit zu erlangen, leitete ich nach Verlauf einiger Monate durch erneuerte Messung der Hauptlinien des Sonnenspectrums neue Factoren ab und fand sie in der That innerhalb der Grenzen der wahrscheinlichen Fehler mit den älteren Bestimmungen übereinstimmend. Ich glaube deshalb auf die Unveränderlichkeit meines Spectroscops mich verlassen zu können. Es giebt aber noch eine andere Methode in dieser Beziehung das Instrument zu controlliren. Statt nämlich die Wellenlängen unbekannter Linien aus den Mikrometerablesungen und der Reductionstafel zu berechnen, kann man sie auch graphisch mit derselben Genauigkeit ableiten, falls die Sonnenlinien, auf welche sie bezogen sind, einander nahe genug liegen, um das dazwischen eingeschlossene Stück der Reductionscurve als eine gerade Linie betrachten zu können. In diesem immer zu ermöglichenden Falle hat man nur die Mikrometerangaben als Abscissen anzunehmen, um auf den entsprechenden

Ordinaten die gesuchten Wellenlängen direct ablesen zu können. Die auf diesem Wege erhaltenen Wellenlängen, welche offenbar von den mit der Zeit möglicherweise eintretenden Veränderungen des Spectroscops unabhängig sind, müssen nun innerhalb der dem wahrscheinlichen Fehler der Reductionsfactoren entsprechenden Unsicherheitsgrenzen mit den aus jenen berechneten übereinstimmen, falls das Spectroscop als unverändert angesehen werden soll. Diese Methode sich von dem unveränderten Zustande des Instruments zu überzeugen, ist bei weitem leichter und einfacher als die Ableitung neuer Factoren, und ich habe sie desshalb im Laufe meiner Beobachtungen ab und zu in Anwendung gebracht. Als erläuterndes Beispiel füge ich einige nach beiden Methoden abgeleitete Wellenlängen aus dem Absorbtionsspectrum des Broms bei:

Brom.

Gruppe.		Mikr.	λ ⊙	Wellenlänge Graph.	Wellenlänge Berechn.	Δλ
14	⊙	11,5805	5475,9			
	Br.	6750		5460,3	5460,2	+ 0,1
	Br.	6970		5456,8	5456,8	0,0
	⊙	7110	5454,5			
	Br.	7285		5451,8	5451,7	+ 0,1
18	⊙	12,2410	5370,5			
	Br.	4110		5345,0	5345,6	— 0,6
		4575		5338,2	5339,0	— 0,8
		4790		5335,1	5336,1	— 1,0
		5100		5330,7	5331,4	— 0,7
	⊙	5325	5327,3			

Die Abweichungen Δλ lassen sich, wie man sieht, vollkommen aus der möglichen Unsicherheit der Reductionsfactoren erklären.

Was den Einfluss der Temperatur betrifft, so findet man gleich, dass er bei dieser Beobachtungsmethode, was die Prismen betrifft, vollständig eliminirt ist, indem die dadurch bedingte Aenderung der Dispersion auf das Sonnenspectrum und auf das Absorbtionsspectrum in gleicher Weise wirkt. Für die Schraube bleibt er freilich bestehn, hat aber einen so kleinen Werth, dass er ohne Bedenken vernachlässigt werden kann. Seien nämlich r_0 und r_t die Werthe einer Umdrehung bei 0^0 und t^0 und γ der Ausdehnungscoefficient der Schraube so ist:

$$r_t = r_0 (1 + \gamma t).$$

Misst man nun eine gewisse Grösse A bei 0^0 und t^0 und findet resp. n_0 und n_t Umgänge, so wird:

$$A = n_0 r_0 = n_t r_t$$

und

$$n_t = n_0 (1 - \gamma t).$$

Die Werthe der Reductionsfactoren werden unter denselben Verhältnissen:

$$q_0 = \frac{\Delta\lambda}{n_0} \qquad q_t = \frac{\Delta\lambda}{n_t}$$
$$q_t = q_0 (1 + \gamma t).$$

Sei nun weiter der Abstand einer unbekannten Linie von einer Sonnenlinie $= v$ bei der Temperatur t gemessen, so ist die wahre Wellenlängendifferenz:

$$\delta\lambda = v q_t$$

während aus den Tafeln folgt:

$$(\delta\lambda) = v q_0$$

Der begangene Fehler beträgt:

$$\Delta\delta\lambda = v (q_t - q_0) = v q_0 \gamma t = (\delta\lambda) \gamma t.$$

Wäre z. B. $t = 10^0$, $\gamma = 0{,}000012$ (für Stahl), $(\delta\lambda) = 80$ Ångström'schen Einheiten, (die Differenzen erreichen selten diesen Werth, nicht einmal im rothen Theile des Spectrums) so erhält man:

$$\Delta\delta\lambda = 0{,}009$$

also weit kleiner als die diesen und allen bisherigen Spectralbeobachtungen noch anhaftende Unsicherheit. Im Allgemeinen erreicht $\Delta\delta\lambda$ nicht einmal diesen Werth, da sich die Temperatur im Laboratorium bei weitem nicht um $\pm 10^\circ$ änderte. Der Einfluss der Temperatur auf die Schraube kann deshalb ohne weiteres gleich Null angesehen werden.

Es bleibt uns schliesslich nur übrig mit einigen Worten die von den periodischen Unregelmässigkeiten der Schraube abhängenden Correctionen der Wellenlängen zu erwähnen. Eine zur näheren Erkenntniss dieser Correctionen besonders vorgenommene Untersuchung der Schraube hat nun gezeigt, dass dieselben nur im rothen Theile des Spectrums und für Ablesungen in der Nähe des 25-ten Trommeltheils einen merklichen Werth erreichen, aber auch hier keinen grösseren, als die Unsicherheit, welcher die Bestimmungen wegen der wahrscheinlichen Fehler der Reductionsfactoren auch ohnehin

unterliegen. Die zu ihrer Ableitung von mir benutzte Methode war einfach die folgende: Der ganze das Beobachtungsfernrohr tragende, am vorderen Ende des Prismensystems aufzuschraubende Theil des Spectroscops wurde auf einem soliden Stativ festgesetzt, doch so, dass das ganze eine sanfte Bewegung um einen verticalen, in das Stativ eingedrehten Zapfen erhalten und in beliebigen Lagen festgeklemmt werden konnte. Ein zweites kleines Fernrohr, in dessen Focus ein feines auf Glas gezogenes Netz angebracht war, wurde darauf in der Richtung des ersten Rohrs Objectiv gegen Objectiv aufgestellt und man konnte also, bei passender Beleuchtung des Netzes, im Fernrohr des Spectroscops gleichzeitig die Striche des Netzes und die Mikrometerspitze scharf sehn. Unter den verschiedenen Netzlinien wurden nun zwei ausgewählt, deren Abstand sehr nahe einen aliquoten Theil des Schraubenumganges ausmachte und darauf wurde dieser Abstand successive an verschiedenen Theilen der Schraube gemessen. Die Vergleichung der in dieser Weise erhaltenen Werthe mit ihrem Mittel gab folgende Correctionen der Ablesungen:

Bei	0,00	$\Delta i =$ 0,0000
	0,25	$=+$ 0,0022
	0,50	$=$ 0,0000
	0,75	$=-$ 0,0002
	1,00	$=$ 0,0000

Der wahrscheinliche Fehler eines bei diesen Messungen erhaltenen Werthes der gemessenen Distanz beträgt im Allgemeinen nur 0,0002, ist also von derselben Ordnung wie die wahrscheinlichen Fehler der mit diesem Mikrometer gemessenen Distanzen der Sonnenlinien.

Man sieht, dass, wenn z. B. im rothen Theile des Spectrums, wo der Reductionsfactor beiläufig 3,0 beträgt, eine Ablesung in der Nähe des Trommeltheils 25 gemacht worden ist, die wegen der Schraubenfehler anzubringende Correction den Werth von 0,6 bis 0,7 Ångström'schen Einheiten haben würde; beträgt aber der gemessene Abstand selbst z. B. 20 Trommeltheile oder mehr, was bisweilen vorkommt, so erreicht die von dem wahrscheinlichen Fehler des Factors herrührende Unsicherheit der erhaltenen Wellenlängendifferenz einen gleich grossen Werth, wodurch also die Anbringung der Schraubencorrection keine Bedeutung erhält. Dies wird für andere Spectralbezirke noch mehr der Fall sein, da dort die Factoren kleiner sind, während ihre wahrscheinlichen Fehler denselben Werth behalten. Ich glaube deshalb die Schraubencorrectionen ohne Weiteres vernachlässigen zu können, um so mehr, als ihr Betrag absolut genommen, schon als sehr klein angesehen werden kann.

Das bei diesen Beobachtungen benutzte Netz ist dasselbe, welches im Focus des zur Beobachtung des Venusdurchgangs im Jahre 1874 in Possiet gebrauchten Photohelio-

graphen zur Ableitung der optischen Verzerrungen der Bilder angebracht war, und dessen Beschreibung und genaue Ausmessung ich früher schon gegeben habe [1]). Aus den dort gefundenen linearen Werthen der Liniendistanzen desselben und der Focalweite des zweiten hier benutzten kleinen Fernrohrs konnte nun der Bogenwerth w eines Trommeltheils der Mikrometerschraube erhalten werden. In dieser Weise erhielt ich

Liniendistanz	a	33,43	Trommeltheile	entsprechend	1,010 mm.
»	b	99,49	»	»	2,998 »
»	c	166,17	»	»	4,989 »

woraus, in Verbindung mit der Focalweite des Hülfsfernrohrs = 145 mm., hervorgeht:

$$w = 42''{,}97$$
$$85$$
$$69$$
$$\text{im Mittel } w = 42''{,}8$$

Der wahrscheinliche Fehler einer einzelnen Einstellung auf eine Spectrallinie 0,05 Th. wird also in Bogen ausgedrückt = 2″. Beiläufig mag, um von der Dispersion des Spectroscops eine Vorstellung zu geben, erwähnt werden, dass der Abstand der beiden D-Linien 2,81 Trommeltheile oder 2′ 0″,3 beträgt, also noch erheblich mehr, als z. B. bei dem Huggins'schen aus 6 Flintglasprismen bestehenden Spectroscope, wo die betreffende Distanz nur 1′ 15″ ausmachte [2]). Von der vorzüglichen Güte des Spitzenmikrometers erhält man dadurch am besten eine Vorstellung, dass nach dem obigen der wahrscheinliche Fehler einer Einstellung nur $^1/_{60}$ des Abstands der D-Linien beträgt.

Jetzt nur noch einige Worte in Bezug auf die beim Zeichnen der Spectra angewandte Methode und über die Einrichtung der Wellenlängentafeln. Nachdem für eine Linien- oder Bändergruppe die Messungen und die Ableitung der Wellenlängen beendigt waren, wurden die Linien auf Cartonblättern, auf welchen eine Millimeterscale vorher gedruckt war, mit Bleistift derart eingetragen, dass jedes Millimeter einer Ångström'schen Einheit (d. h. der siebenten Stelle) entsprach. Die Intensitäten und Schattirungen der Linien oder Bänder nach den Notirungen des Beobachtungsjournals und aus der Erinnerung möglichst getreu wiederzugeben, war dabei ein Gegenstand besonderer Aufmerksamkeit. Nach Beendigung eines Theiles der Zeichnung wurde derselbe mit der Natur verglichen, um noch

1) Russische Expeditionen zur Beobachtung des Venusdurchgangs vom Jahre 1874. Abth. II, № 1. B. Hasselberg. Bearbeitung der photographischen Aufnahmen im Hafen Possiet. Petersburg, 1877, p. 26.

2) Phil Trans. 1864, p. 139.

übrig gebliebene kleine Ungenauigkeiten zu verbessern und diese Vergleichung wurde nach Verlauf einiger Zeit nochmals wiederholt, um der Naturtreue der Zeichnung möglichst sicher zu sein. Die beigegebenen Tafeln sind lithographirte Copieen der in dieser Weise entstandenen Bilder der Spectra. In Verbindung mit den jedem Spectrum zugehörigen Zahlentafeln werden sie, wie ich hoffe, die Spectra befriedigend darstellen. In Bezug auf die letzteren mag folgendes Erwähnung finden: Die erste Columne derselben giebt die laufende Nummer der Gruppe, die zweite diejenigen Sonnenlinien, welche als Vergleichungslinien gedient haben, und nebst einigen anderen Hauptlinien des Sonnenspectrums auf den Zeichnungen unmittelbar unter den Hauptspectra eingetragen sind. Die beiden folgenden Columnen geben die aus den beiden von einander ganz unabhängigen Beobachtungsreihen abgeleiteten Wellenlängen, deren Mittel die fünfte Columne enthält. In der lezten Columne sind schliesslich die verschiedenen charakteristischen Eigenthümlichkeiten der einzelnen Linien oder Absorbtionsbänder aufgeführt. Um dabei die sehr lästige und umständliche Beschreibung durch Worte zu vermeiden, habe ich mich einiger kurzer Zeichen bedient, deren Bedeutung aus der folgenden Zusammenstellung erhellt:

l, b	bedeutet:	sehr schwache kaum sichtbare Linie oder Band.	
l_1, b_1	»	schwache aber deutliche L. oder B.	
l_2, b_2	»	sehr deutliche L. oder B.	
l_3, b_3	»	starke L. oder B.	
l_4, b_4	»	sehr starke L. oder B.	
l_5, b_5	»	ausserordentlich starke L. oder B.	
b, a	»	Anfang	eines Bands.
b, m	»	Mitte	
b, e	»	Ende	
b, s	»	stärkste Stelle	
g	»	Liniengitter.	

Die Klammern begrenzen abgesonderte Gruppen.

§ 3. Beobachtungen.

Nach den Erörterungen des vorhergehenden Paragraphen kann ich mich jetzt zur Beschreibung der Spectra, die ich näher studirt habe, wenden. Es lässt sich wohl behaupten, dass von allen Gasen, welche ausgeprägte Absorbtionserscheinungen zeigen, die drei Halogenen Chlor, Jod, Brom und die Untersalpetersäure bei weitem das grösste Interesse darbieten, und ich habe demnach die beiden letztgenannten zum Gegenstand der vorliegenden Untersuchung gemacht. Das Jod ist, wie schon oben erwähnt, von Thalén genügend untersucht und das Chlor, welches wegen seines in electiver Beziehung weniger

energischen Absorbtionsvermögens besondere Versuchsanordnungen erfordert, hoffe ich, bei einer künftigen Gelegenheit in Verbindung mit dessen wichtigeren Verbindungen näher studiren zu können. Die Untersuchung dieser letzteren, besonders der Sauerstoffverbindungen wird unter anderm auch desshalb ein grosses Interesse gewähren, weil das obenerwähnte Resultat von Miller in Bezug auf die Unveränderlichkeit des Spectrums noch nicht genügend im Detail geprüft worden ist. Die mit der Darstellung und Behandlung dieser Verbindungen verknüpften Gefahren, haben mich aber bis jetzt davon abgehalten mich mit ihnen zu beschäftigen.

Wir wollen jetzt die beiden untersuchten Spectra besonders betrachten.

A. Absorbtionsspectrum der Untersalpetersäure.

Dies Spectrum ist ohne Frage von allen bis jetzt untersuchten das am meisten verwickelte, sowohl wegen der grossen Zahl der darin ohne irgend welche gesetzmässige Anordnung vorkommenden Linien und Absorbtionsbänder, als wegen seines mit der Menge des Gases veränderlichen Aussehens. Lässt man nämlich anfangs nur eine sehr kleine Quantität Gas zur Wirkung kommen, so entstehen erst im violetten und blauen Theile des Spectrums ganze Complexe von Linien oder Liniengruppen, welche sich gegen die weniger brechbare Seite in dem Maasse allmählig vermehren, als die Gasmasse wächst. Zu den zuerst auftretenden Linien gesellen sich nämlich nach und nach neue, vorher nicht bemerkbare, und zwar so, dass sie mit den alten, welche dabei an Intensität zunehmen, bisweilen zu breiten Streifen oder dunklen Zonen zusammenwachsen. Es hat dabei das Aussehen, als dehnten sich die anfangs vorhandenen Linien aus. In dem Verhältnisse nun, wie die Dichte des Gases zunimmt, rückt die Absorbtion gegen das Roth hin vor und geht schliesslich, durch Vermehrung der Zahl und Schwärze der Linien, von einer electiven zu einer totalen über, welche bei genügender Menge des Gases sich schliesslich bis in's Roth hinein erstreckt. Die hier anfangs kaum erkennbaren Linien erreichen dabei eine sehr bedeutende Intensität und Verbreitung. Eine eben solche Wirkung wie die Vermehrung der Dichtigkeit hat auch die Vergrösserung der absorbirenden Schicht, da unter übrigens gleichen Verhältnissen die Stärke der Absorbtion nur von dem Betrag der absorbirenden Masse abhängt. Streng genommen ist es also unmöglich eine Zeichnung dieses Spectrums zu geben, welche dasselbe in seiner ganzen Ausdehnungfür einen und denselben Zustand des Gases darstellte, denn um z. B. die im Roth vorkommenden Linien gut entwickelt zu erhalten, muss das Gas so dicht oder die Schicht so dick gewählt werden, dass im Blau und Violett alles Detail verschwindet. Um von dem Spectrum, innerhalb der Grenzen, welche meine Beobachtungen umfassen, überhaupt eine Zeichnung erhalten zu können, bin ich desshalb genöthigt gewesen für die verschiedenen Spectralbezirke verschiedene Grade der Dichtigkeit des Gases zu verwenden. Daraus folgt aber andererseits, dass die relativen Intensitäten der Linien und Bänder, so wie sie in der Zeichnung gegeben sind, nur innerhalb des Gebiets, für welches das Gas dieselbe Dichtigkeit hat, ihre volle Bedeutung bewahren; sobald man aber von einem Gebiete

zum anderen übergeht, hört die Vergleichbarkeit mit der vorhergehenden Abtheilung zum Theil auf, indem man sich die allgemeine Intensität der Linien dieser letzteren je nach den Umständen vermehrt oder verringert denken muss. Die weiter unten folgenden Beobachtungen, welche die Strecke von B bis $\lambda = 4600$ umfassen, sind bei drei verschiedenen Graden der Dichtigkeit des Gases angestellt worden, welche sich durch den Farbenton des Gases in durchgehendem Lichte am einfachsten und mit hinreichender Genauigkeit kennzeichnen lassen, nämlich:

Von B bis D . . . . . das Gas tiefroth,
» D » b . . . . . » » orangegelb,
» b » $\lambda = 4600$ . . . . . » » strohgelb.

Kleine Schwankungen in der Dichte des Gases, die in der Farbe desselben noch bemerkbar sind, üben auf das allgemeine Aussehen des Spectrums keine merkliche Wirkung aus.

Oben wurde gesagt, dass mit wachsender Dichtigkeit des Gases oder Dicke der Gasschicht sowohl die ursprünglich vorhandenen Linien an Intensität zunehmen, als auch neue sich den alten anreihen, und zwar bisweilen in solcher Weise, dass die letzteren sich scheinbar verbreitern oder gar verschieben. Eine Linie, die bei grösserer Verdünnung des Gases haarfein erscheintkann bei grösserer Dichte in einem Falle zu einem nebeligen Streifen anwachsen, im andernaber ihre Schärfe unverändert mit nur erhöhter Schwärze beibehalten, je nachdem in ihrer unmittelbaren Nähe neue Linien entstehen oder nicht. Bei allen diesen scheinbaren Veränderungen der Linien bleibt aber eins unverändert, nämlich die Lage, die Stelle im Spectrum; — eine Linie, die in einem Zustande des Gases sich beobachten lässt, behält ihre Stelle unverändert, solange es bei den wechselnden Zuständen des Gases überhaupt nur möglich ist sie zu erkennen. Auf diesen Punct habe ich meine Aufmerksamkeit besonders gerichtet, weil anderweitig bekannt gewordene Untersuchungen das Gegentheil zu beweisen scheinen. In seiner schon oben citirten Arbeit hat nämlich Weiss einige Messungen über die gegenseitigen Abstände einiger Absorbtionslinien der Untersalpetersäure bei wechselnder Dicke der Schicht oder Dichte des Gases veröffentlicht und findet dabei, dass diese Abstände bei wachsender Dicke oder Dichte abnehmen. Leider lässt sich aus der sehr unvollkommenen diesem Aufsatze beigegebenen Zeichnung nicht übersehn, welche Linien überhaupt für diese Messungen benutzt worden sind, da die Zeichnung von dem wirklichen Aussehen des Spectrums kaum eine rohe Vorstellung gewährt; soviel scheint aber im Ganzen daraus hervorzugehn, dass die optische Kraft des benutzten Spectroskops für die Entscheidung der gestellten Frage vollkommen ungenügend gewesen ist. Nicht einzelne, scharfe Linien, sondern ganze Gruppen, als einfache Linien betrachtet, scheinen dort gemessen worden sein, und unter solchen Verhältnissen liess sich das erhaltene Resultat sogar mit recht grosser Wahrscheinlichkeit voraussehn. Denken wir uns nämlich bei sehr verdünntem Zustande des Gases zwei scharfe Linien A und B mit einem

schwachen Spectroskope beobachtet und nehmen wir an, dass bei zunehmender Dichte die eine A fortwährend isolirt bleibt, indem in ihrer Nähe keine neuen Linien entstehen, dass der zweiten B aber sich neue Linien anreihen und zwar so dicht, dass die Trennung derselben mit dem fraglichen Instrument unmöglich ist, so ist es klar, dass durch Einstellen auf die Mitte der Linien im letzteren Falle die gegenseitige Entfernung entweder grösser oder kleiner als die ursprüngliche ausfallen wird, je nachdem bei B die hinzugetretenen Linien sich in der einen oder anderen Richtung zahlreicher gruppiren. Da nun bei der Untersalpetersäure die Absorbtion mit wachsender Dichte vom Violett nach dem Roth vorrückt, so muss im Allgemeinen die Anreihung neuer Linien vorzugsweise nach dem Roth hin erfolgen, und demgemäss der Abstand $A—B$, wenn A weniger brechbar ist als B, mit wachsender Dichte abnehmen. Betrachtet man nun die Weiss'sche Zeichnung näher, so findet man, dass fast immer eine schärfere, weniger brechbare Linie mit einer brechbareren Gruppe verbunden ist und die erhaltenen Zahlen bieten demnach nichts überraschendes.

Die eben auseinandergesetzten, wohl sehr wahrscheinlichen Gründe der von Weiss beobachteten Erscheinungen, scheinen ihm auch selbst vorgeschwebt zu haben, obgleich er, wie es scheint, dieselben in unrichtiger Weise berücksichtigt. Auf die Absorbtionserscheinungen der Lösungen des Chlorophylls gestützt, nimmt er nämlich bei der Untersalpetersäure, neben einer allgemeinen vom Violett nach dem Roth hin fortschreitenden Absorbtion, noch eine specifische, für die einzelnen Linien in umgekehrter Richtung stattfindende, an, um dadurch die bei wachsender Dichte beobachteten Verminderungen der relativen Distanzen zu erklären. Diese letztere Annahme scheint aber für die wahrgenommenen Erscheinungen nicht nur keine Erklärungsgründe zu gewähren, sondern es würde im Gegentheil eine Zunahme der Abstände mit wachsender Dichte daraus gefolgert werden müssen, falls man nicht annehmen will, dass die specifische Absorbtion für die weniger brechbaren Linien energischer auftritt als für die brechbareren, was wohl mit der Wirklichkeit nicht übereinstimmt.

Für Brewster war es, wie schon in der Einleitung erwähnt, ein Hauptzweck der Untersuchung dieses Spectrums gewesen, einen Ersatz für die nicht immer disponiblen Fraunhofer'schen Linien des Sonnenspectrums bei praktisch-optischen Untersuchungen zu finden. Dass, falls die Realität der von Weiss beobachteten Erscheinungen angenommen würde, dieser Anwendung des Spectrums der Boden entrückt wäre, liegt auf der Hand. Es verhält sich aber glücklicherweise die Sache nicht so ungünstig. Denn wenn man für die Beobachtung des Spectrums ein Spectroskop anwendet, welches die complicirten Liniengruppen oder Absorbtionsbänder genügend aufzulösen vermag, so finden sich unter der Unzahl sichtbarer Absorbtionslinien in jedem Theile des Spectrums immer viele isolirte scharfe Linien, welche für die praktische Anwendung ebenso gut gebraucht werden können wie die Fraunhofer'schen, da ihre Lage in Bezug sowohl auf diese als zu einander vollkommen constant und von den Zustandsänderungen des Gases unabhängig ist. Um dies

deutlich zu zeigen, habe ich mehrere solche Linien theils unter einander theils mit Sonnenlinien verbunden, einmal bei sehr verdünntem Zustande des Gases, dann aber auch bei möglichst grosser Dichte desselben, und die Abstände immer innerhalb der Grenzen der warscheinlichen Fehler mit einander übereinstimmend gefunden. Die hier folgende Zusammenstellung zeigt deutlich die so erhaltenen Resultate:

Tafel 1.

Beobachtete Linien-Paare. λ		Abstand der Linien in Trommeltheilen. Das Gas möglichst dicht. Δ	Das Gas verdünnt. Δ_1	$\Delta - \Delta_1$ In Trommeltheilen.	In Wellen-Längen. E. d. 7. St.
NO_4	6141,0 5902,7	99,67 ± 0,03	99,72 ± 0,05	— 0,05	— 0,12
NO_4	5837,0 5670,7	79,77 ± 0,03	79,71 ± 0,04	+ 0,06	+ 0,10
⊙ NO_4	5740,9 5670,7	33,87 ± 0,02	33,94 ± 0,01	— 0,07	— 0,13
NO_4 ⊙	5379,0 5370,2	5,58 ± 0,03	5,60 ± 0,03	— 0,02	— 0,03
NO_4 ⊙	5360,7 5370,2	6,80 ± 0,02	6,76 ± 0,04	+ 0,04	+ 0,06
NO_4 ⊙	5343,0 5327,3	10,55 ± 0,02	10,35 ± 0,04	+ 0,20	+ 0,29
NO_4 ⊙	5304,6 5297,5	4,70 ± 0,02	4,67 ± 0,03	+ 0,03	+ 0,04
NO_4 ⊙	5242,8 5226,2	11,24 ± 0,04	11,44 ± 0,03	— 0,20	— 0,26
⊙ NO_4	5226,2 5214,8	9,05 ± 0,02	8,92 ± 0,03	+ 0,13	+ 0,16
⊙ NO_4	5166,7 5154,4	8,49 ± 0,04	8,46 ± 0,03	+ 0,03	+ 0,04
⊙ NO_4	5138,5 5124,0	10,84 ± 0,03	10,91 ± 0,04	— 0,07	— 0,08

Die im Allgemeinen sehr kleinen Unterschiede, welche hier zu Tage treten, geben durch Verwandlung in Wellenlängen mit Hülfe der oben gegebenen Reductionszahlen ihre

äusserste Kleinheit noch mehr kund, so dass in der That die den beiden Fällen entsprechenden Distanzen als absolut identisch angesehen werden können.

Meine Beobachtungen des vorliegenden Spectrums umfassen, wie schon bemerkt, die Strecke von B bis $\lambda = 4600$. Die weitere Fortsetzung derselben nach dem Violett hin, ist mit dem mir gegenwärtig zu Gebote stehenden Spectroskope nicht möglich, da wegen der starken Absorbtion und Diffusion gerade dieser Lichtgattungen beim Durchgange durch das Prismensystem in diesen Spectralregionen nicht die nöthige Schärfe zu erlangen ist. Dies wird nach der Einschaltung der Gassäule noch mehr der Fall, weil die Absorbtion der Untersalpetersäure gerade im Violett besonders energisch ist. Um jedoch auch in dieser Richtung die Beobachtung möglichst weit ausstrecken zu können, habe ich von F an, um grössere Lichtstärke zu gewinnen, mich ausser der oben erwähnten instrumentellen Anordnung noch eines lichtstarken Cometensuchers bedient, und damit die ganze vom Heliostatenspiegel kommende Lichtmenge zu einem schmalen Cylinder concentrirt ehe dieselbe durch das Absorbtionsrohr kam. Der dadurch erzielte Gewinn an Details ist wohl merklich, aber nicht sehr bedeutend, da gleichzeitig auch die Menge des diffusen Lichtes im Gesichtsfelde erheblich wächst. Auch das Einschalten gefärbter Gläser gewährt wenig Vortheil. Ueber die angegebenen Grenzen hinaus lässt sich demnach die Untersuchung mit dem jetzt vorhandenen Instrumente nicht befriedigend ausdehnen.

Zur Darstellung des Gases habe ich gewöhnlich galvanisch gefälltes Kupfer und reine Salpetersäure benutzt, aber auch gewöhnlicher Kupferdraht lässt sich dazu zweckmässig verwenden, da dieser im Allgemeinen, um überhaupt gezogen werden zu können, sehr rein sein muss. Jedenfalls habe ich keine Verschiedenheit des Spectrums in beiden Fällen bemerken können.

Die Temperatur des Gases ist stets diejenige des Zimmers, d. h. 15° bis 17° C. gewesen. Untersuchungen über die Absorbtionsverhältnisse desselben bei hohen Temperaturen habe ich bis jetzt nicht angestellt. Diese Frage, die ohne Zweifel vom höchsten Interesse ist, nicht nur was die Untersalpetersäure, sondern auch was Chlor, Brom und Jod betrifft,[1]) werde ich vielleicht, da ich hoffentlich binnen Kurzem im Besitze eines vervollkommneten Spectroskops sein werde, zu studiren Gelegenheit haben. Für den Augenblick begnüge ich mich damit das Spectrum so zu geben, wie es bei gewöhnlicher Temperatur erscheint. Die hier folgenden Tafeln der Wellenlängen werden, wie ich hoffe, im Verein mit den Zeichnungen, ein möglichst treues Bild des Spectrums liefern:

1) Während des Druckes dieser Blätter ist mir in den Beiblätter zu den Annalen der Physik und Chemi von Wiedemann Bd. II p. 256. eine Untersuchung des Brom in dieser Richtung von Roscoe und Thorpe auszugweise bekannt geworden, welche die Bestimmung der Wellenlängen einer grösseren Zahl von Absorbtionslinien enthält. Im allgemeinen scheint das Spectrum, bei einer Vergleichung unserer Resultate, soweit eine solche auf Grund der genannten kurzen Mittheilung möglich ist, seinen Charakter unverändert beibehalten zu haben, obgleich im Einzelnen viele Verschiedenheiten vorkommen. Im Uebrigen sind die Resultate Roscoe's und Thorpe's namentlich im Bezug auf die feste Lage der Linien, in vollem Einklange mit den oben in dieser Hinsicht ausgesprochenen Ansichten.

Tafel 2.

Absorbtionsspectrum der Untersalpetersäure.

A. Partie *B*—*D*.

№ der Gruppe.	Vergleichs-Linien.	Reihe 1.	Reihe 2.	Mittel.	Bemerkungen.
I.	6866,8	—	—	—	*B*
		6853,7	6853,8	6853,7	l_2
		27,8	27,2	6827,5	l
		08,9	08,5	6808,7	b l_1
		6794,3	6793,8	6794,0	b l_2 verschwommen.
		72,2	72,9	6772,5	m, b_1
		66,2	66,4	6766,3	l_2
		42,3	42,6	6742,4	b_1 sehr diffus.
		35,1	34,1	6734,6	b_3 schmal.
		26,0	25,7	6725,8	l_2
	6716,4	—	—	—	
		11,5	10,0	6710,7	l_1
		04,1	02,6	6703,3	b_2
		6695,9	6694,8	6695,3	
		89,8	88,2	6689,0	b_1, m
		80,0	79,6	6679,8	b_2 e
	6676,9	—	—	6676,9	b_2 a
		59,1	58,7	6658,9	b a oder l_1
	6632,7	—	—	—	
	6561,8	—	—	—	*C*
II.		6558,3	57,8	6558,0	b, m
		52,5	53,0	6552,7	l
		46,0	—	6546,0	b, m
		26,2	25,7	6526,0	ll
		15,8	15,4	6515,6	l_1
		10,0	09,7	6509,8	l_1
		04,4 00,7	02,2	6502,3	b, $m = 02{,}3$
	6494,8	—	—	—	b_1
		6488,8	88,2	6488,5	
		74,7	74,8	6474,7	b_3, a
		71,0	70,8	6470,9	b_3 e
		65,3	65,3	6465,3	b_3 a
		61,0	61,1	6461,0	b_3, m Coinc. mit 6461,5?
		54,4	55,2	6454,8	b_1, m
		47,8	48,6	6448,2	b_2, m Coinc. ⊙ 6449?
		37,1	39,4	6438,2	ll

№ der Gruppe.	Vergleichs-Linien.	Reihe 1.	Reihe 2.	Mittel.	Bemerkungen.
		32,9	33,5	6433,2	l_2
		24,6	24,8	6424,7	b_2 *m. s.*
		17,1	17,6	6417,3	b_2 *a*
		11,8	12,4	6412,1	*l*
		07,2	06,8	6407,0	*b, m*
	6399,0	—	—	—	
		6397,6	6397,5	6397,5	*l*
		77,9	77,6	6377,7	b_2, *m*
		67,6	66,8	6367,2	b_1, *m*
		60,6	59,7	6360,1	b_2, *m*
		53,2	53,5	6353,3	l_1
		51,3	50,5	6350,9	*l* verschw.
		40,9	41,0	6341,0	b_1, *a*
	6335,1	—	—	—	
		34,6	33,8	6334,2	b_2, *m*
		21,8	21,2	6321,5	l_2 Nebelige Partie, fällt auf
		12,2	10,3	6311,2	die Gruppe ⊙ 6314 —
		05,1	—	—	l_2 6322.
		6297,8	—	—	
		90,5	89,4	6290,0	b_2, *m*
	6276,1	—	—	—	*α*
III.		68,6	68,9	6268,7	*l*
		63,3	63,5	6263,4	l_2 ⊙ 6264,1
		59,2	59,3	6259,2	l_1
		55,7	56,0	6255,8	l_2
		50,8	50,6	6250,7	l_3 dupl.
		42,3	42,3	6242,3	l_1
		36,8	36,6	6236,7	l_3
		32,3	32,4	6232,3	l_2
	6229,7	—	—	—	
		24,9	24,9	6224,9	b_2, *m* oder l_2 dupl.
		18,3	18,5	6218,4	
		12,3	12,1	6212,2	b *e* 3 einzelne an einander
		06,4	06,3	6206,3	b_1 *a* liegende Bänder.
		01,7	01,4	6201,5	b_3
		6196,5	6196,4	6196,5	
		93,0	93,2	6193,1	b_1 *e* *a*
	6190,5	—	—	—	
		86,6	86,6	6186,6	*l*
		75,4	76,2	6175,8	b_3 *s.*
		71,8	71,8	6171,8	l_2

№ der Gruppe.	Vergleichs-Linien.	Reihe 1.	Reihe 2.	Mittel.	Bemerkungen.
		67,4	68,5	6168,0	b_4 Bei 6165,2 heller Streifen.
		64,1	64,6	6164,3	
		60,2	61,1	6160,6	l_2
		55,1	55,9	6155,5	b_3, m
		40,9	41,8	6141,3	b_3, a
	6136,1	—	—	—	b_2?
		26,3	26,5	6126,4	b_6, m e 6128 a 24,9
		21,1	21,4	6121,2	b_4 schmal.
		14,7	14,5	6114,6	b_3, m, s.
		09,9	10,1	6110,0	l_1
		07,7	08,0	6107,8	l_2
IV.	6101,7	—	—	—	
		6090,7	6090,1	6090,4	l_1 dupl. oder tripl.
		84,6	84,1	6084,3	l_2
		79,3	79,1	6079,2	l_1
	6064,5	68,3	67,7	6068,0	b_1
		—	—	—	
		55,9	55,8	6055,8	l_3
		52,1	52,5	6052,3	b_2, s
		43,0	42,4	6042,7	g_1
		35,6	36,6	6036,1	
		31,6	31,0	6031,3	g, l_2
		23,4	23,3	6023,3	
		18,8	18,4	6018,6	l_3
		16,1	16,0	6016,0	l
	6007,5	13,5	13,3	6013,4	b_3, m
		—	—	—	b_3
		5902,4	5902,7	6002,5	
		98,7	98,6	5998,6	b_3
		95,7	95,6	5995,6	
		91,4	91,1	5991,2	b_2 bei 5984,6 l_2
	5984,2	87,1	87,1	5987,1	
		—	—	—	
		77,5	77,4	5977,5	b_2, m
		72,7	72,6	5972,6	l_2
		69,4	69,3	5969,3	l_1
		62,2	62,3	5962,2	b_3, m
V.	5947,5	56,8	57,3	5957,0	l_2
		—	—	—	l_2 oder b_2, a
		44,5	45,1	5944,8	b_3
		35,8	36,1	5936,0	b_3

№ der Gruppe.	Vergleichs-Linien.	Reihe 1.	Reihe 2.	Mittel.	Bemerkungen.
		33,6	33,9	5933,7	b_3 schmal.
		29,6	30,2	5929,9	b_5 e
		26,2	26,7	5926,4	b_5 a
		24,2	24,7	5924,4	l_2
		21,5	22,3	5921,9	b_4 Doppelband von 21,9—19,0 und 17,1—11,9.
		11,5	11,9	5911,7	b_4 Feine Lichtlücke bei 5913,3.
		08,6	09,2	5908,9	b_3, s
		02,4	03,1	5902,7	b_3, s
		5898,1	5898,6	5898,3	schwaches Max.
		91,9	92,5	5892,2	l_3
	5889,0	—	—	—	D_1.

B. Partie *D—b.*

№ der Gruppe.	Vergleichs-Linien.	Reihe 1.	Reihe 2.	Mittel.	Bemerkungen.
I.	5889,0	—	—	—	D_1.
		5877,8	5878,0	5877,9	l_2
		73,0	73,5	5873,2	b, m
		69,2	70,1	5869,6	b
		64,2	64,3	5864,2	b
		62,2	62,5	5862,3	b
		56,8	57,2	5857,0	b
	5856,5	—	—	—	
		53,8	54,0	5853,9	b_3, m, b_2 e
		44,8	45,6	5845,2	l_2, b_2 a
		40,0	40,8	5840,4	l
		36,6	37,4	5837,0	l_3
		28,4	29,0	5828,7	b, m
		18,9	19,2	5819,0	l
		14,1	14,7	5814,4	b, a
II.	5815,5	—	—	—	
		07,7	07,4	5807,5	l
		05,3	—	5805,3	b
		00,8	00,7	5800,7	b
		5798,8	5799,1	5799,0	
	5797,2	—	—	—	b; 89,8 l_4
		89,6	90,1	5789,8	b; 89,8 l_4
		83,8	83,6	5783,7	b; 89,8 l_4

№ der Gruppe.	Vergleichs-Linien.	Reihe 1.	Reihe 2.	Mittel.	Bemerkungen.
		76,4	77,0	5776,7	l_3
		69,8	70,6	5770,2	l_3
		67,9	68,4	5768,1	l
III.	5761,9	—	—	—	
		52,5	52,7	5752,6	l_4
		48,0	47,7	5747,8	l_3 dupl.
	5746,7	—	—	—	
		43,0	42,3	5742,6	b, m
		37,1	37,2	5737,1	l_2
		34,1	34,4	5734,2	l
		31,0	31,2	5731,1	b_4
		27,3	28,3	5727,8	
		24,4	24,7	5724,5	e
		19,7	20,0	5719,8	b Max.
		08,9	09,6	5709,2	b Max.
	5708,3	—	—	—	
		06,4	06,4	5706,4	b Max.
		03,5	03,6	5703,5	a
		5699,6	5699,4	5699,5	b s
		96,0	96,4	5696,2	b a
		92,4	92,3	5692,3	l dupl.
		89,4	89,2	5689,3	b s, l_2
		87,4	86,9	5687,1	b a
		83,9	83,8	5683,8	b l_2
		79,3	79,7	5679,5	b Max.
		71,0	70,4	5670,7	b a
		—	63,9	5663,9	b_2, a
IV.	5657,6	—	—	—	
		5652,9	5653,2	5653,0	b_4, a
		47,8	48,5	5648,1	l_3
		45,8	46,5	5646,1	b_5 e Bei 5643 schmale
		41,1	41,5	5641,3	b_5 a helle Zone.
		35,6	35,9	5635,7	b_4 m Bei 5633 Max.
		32,3	31,7	5632,0	b_4 a
		27,7	28,1	5627,9	l_1 dupl.
		23,7	24,4	5624,0	l_2
		19,0	18,2	5618,6	b bis ⊙ 5614,5.
V*a*.	5614,5	—	—	—	
		09,8	10,5	5610,1	l tripl.
		06,3	06,6	5606,4	l dupl.
		01,8	02,5	5602,1	l

№ der Gruppe.	Vergleichs-Linien.	Reihe 1.	Reihe 2.	Mittel.	Bemerkungen.
		00,1	00,3	5600,2	l_2
	5597,2	—	—	—	
		5587,8	5588,2	5588,0	b_2, m
		79,7	80,1	5579,9	b_3, m
		72,4	72,5	5572,5	l
	5571,7	—	—	—	
		64,7	64,5	5564,6	b l_2 dupl.
		61,5	61,1	5561,3	
		56,9	57,0	5557,0	l_2
	5553,9	—	—	—	
		53,7	53,3	5553,5	b_2, m
		51,2	50,6	5550,9	l_2 Bei 5542,8 Max.
		40,5	40,2	5540,3	b, a
		37,9	37,8	5537,8	b, m
		33,6	33,1	5533,3	b_4 e
		30,4	30,6	5530,5	b_4 a
		28,3	28,2	5528,2	b_4, m
V*b*.	5527,4	—	—	—	
		22,1	22,3	5522,2	b_3, m
		18,8	18,3	5518,6	b
		13,5	13,8	5513,6	
		08,8	08,1	5508,4	Gruppe: e
		02,5	02,5	5502,5	Gruppe: l_2 — Noch ein Maximum
	5500,5	—	—	—	
		5491,7	5491,3	5491,5	
		89,5	90,0	5489,7	Gruppe: Max. e / a scheint bei 5496 vorhanden zu sein.
		85,4	85,2	5485,3	Gruppe: Max. a
		80,5	81,2	5480,8	Gruppe: Max.
	5475,9	—	—	—	
		71,3	71,5	5471,4	Gruppe: a
V*c*.	5462,3	—	—	—	
		68,8	69,1	5469,0	b_3, m
		65,9	65,9	5465,9	l_2
		62,5	62,3	5462,4	b_4 e
		51,1	51,4	5451,2	b_4 s
		48,5	48,7	5448,6	b_4 l
	5445,9	—	—	—	
		40,2	40,2	5440,2	b_2 oder l_2
		32,8	33,0	5432,9	b, a
		30,2	30,5	5430,3	b s, l_4
		26,7	26,7	5426,7	b a

№ der Gruppe.	Vergleichs-Linien.	Reihe 1.	Reihe 2.	Mittel.	Bemerkungen.
		5422,0	5421,6	5421,8	b e l_2
		19,8	20,1	5420,0	b l_3
		17,4	17,7	5417,5	b l_2 Bei 5415,7 wahrscheinlich l_1.
V*d*.	5414,5	—	—	—	b a
		11,6	11,7	5411,6	l
		04,7	—	—	l_1?
		5399,7	5399,4	5399,5	b_2
		94,4	93,4	5393,9	b_4
		91,1	91,1	5391,1	b_4
		89,5	89,3	5389,4	l_4
		87,0	87,1	5387,0	l_1
		84,5	84,1	5384,3	b_4, m
	5382,3	—	—	—	
		79,3	79,2	5379,2	b_4, m
		76,1	76,2	5376,1	l_2
		63,7	63,7	5363,7	b_3, m
		60,6	60,7	5360,6	b_2, m
VI.	5352,4	—	—	—	
		48,8	49,5	5349,1	b e
		45,3	45,8	5345,5	b l_2
		42,9	43,2	5343,0	b b_3, m
		39,3	—	5339,3	b b_4, m
		35,6	36,3	5336,0	b a
		34,1	—	5334,1	e
		32,1	32,8	5332,4	e b_3, m
	5327,3	—	—	—	
		25,2	25,1	5325,1	l_3
		21,6	21,7	5321,6	l_2
		14,5	14,5	5314,5	a
		12,8	12,9	5312,8	e
		04,7	04,5	5304,6	e l_3
	5297,5	—	—	—	
		5296,0	5295,8	5295,9	a
		94,3	93,7	5294,0	e
		88,2	—	5288,2	e l_3
		85,4	85,8	5285,6	e Max.
		79,9	79,7	5279,8	Max.
		—	77,8	5277,8	l?
		73,0	72,9	5273,0	a
		71,1	70,3	5270,7	b_3 e
	5269,0	—	—	—	E

№ der Gruppe.	Vergleichs-Linien.	Reihe 1.	Reihe 2.	Mittel.	Bemerkungen.
		5266,2	5265,6	5265,9	b_5 e
		61,6	61,0	5261,3	b_5 a
		59,4	57,1	5259,2	b_4, m
		55,4	55,1	5255,2	b_6 e
		47,7	47,4	5247,5	b_6 a
		42,9	42,8	5242,8	l_4, g von 47,5 an.
		40,4	40,0	5240,2	l_4
VII.	5232,1	—	—	—	
		29,6	29,6	5229,6	b_4 e l_4
		24,1	24,1	5224,1	b_4 a
		21,8	22,0	5221,9	b_4 e
		18,9	19,1	5219,0	b_4 l_4
		14,7	14,9	5214,8	a Max.
		10,0	10,0	5210,0	
	5207,6	—	—	—	b_5
		03,7	04,6	5204,1	
		02,0	02,6	5202,3	
		5199,4	00,0	5199,7	b_5 e l_3
		97,5	5197,8	5197,6	a
		95,1	94,8	5195,0	b_5, s
		90,9	90,8	5190,8	b_5, a, s
		85,5	85,6	5185,5	b_2, m, s
	5183,1	—	—	—	b_1
		78,7	78,2	5178,4	l_3 Nach roth folgt hier ein feines Netz von Linien.
		—	76,5	—	l_2
		—	73,6	—	b_3
		—	70,6	—	

C. Partie *b—F.*

№ der Gruppe.	Vergleichs-Linien.	Reihe 1.	Reihe 2.	Mittel.	Bemerkungen.
I.	5166,7	—	—	—	
		5163,9	5164,0	5164,0	l dupl.
		57,0	57,3	5157,1	l b e
		54,6	54,7	5154,6	l_2 a bei 5153.
		45,0	44,9	5145,0	m, b
	5142,0	—	—	—	

№ der Gruppe.	Vergleichs-Linien.	Reihe 1.	Reihe 2.	Mittel.	Bemerkungen
		5136,9	5137,3	5137,1	b_1 e
		35,0	34,9	5135,0	b_1 a
		30,1	30,6	5130,3	b Ende der Gruppe.
		23,8	24,1	5124,0	b_4, m Bei 5122 l_1
		21,2	21,3	5121,2	l_3
		19,3	19,5	5119,4	l_2
		17,4	17,5	5117,5	l tripl.
		11.5	12,0	5111,7	Max. m
	5107,0	—	—	—	
		03,8	03,7	5103,7	b_1
		00,7	00,7	5100,7	l
		5095,1	5095,4	5095,2	Max.
		92,8	93,0	5092,9	l_2
		89,6	89,8	5089,7	b_2, m
		86,7	87,1	5086,9	b_1, m
		83,9	84,3	5084,1	b_2 e
		81,9	82,4	5082,1	b_2 a
II.	5077,9	—	—	—	5078,5 m, b Coinc. ⊙ Gruppe.
		76,6	76,6	5076,6	l_2
		73,7	73,4	5073,5	l
		66,0	66,5	5066,2	l_3 oder b_3
		63,7	63,6	5063,6	b_2
		61,2	61,2	5061,2	l_3 oder Ende eines Gitters.
		50,4	50,5	5050,5	Max. m oder b_3
		45,7	45,8	5045,7	b_5, m; 5042,8 l_2
		41,1	41,4	5041,2	l_3
	5040,7	—	—	—	
		35,1	35,1	5035,1	l Coinc. ⊙ 5035,0
		32,1	31,9	5032,0	l_4 b e
		28,5	28,6	5028,5	l_4 b a
		25,8	26,3	5026,0	b_5 e
		24,1	24,2	5024,1	b_5 a
		22,3	22,4	5022,3	l_2 Auf einem schattirten
		—	20,8	5020,8	l_1 Hintergrunde.
		18,8	18,8	5018,8	l
	5017,6	—	—	—	l
		10,3	10,0	5010,1	
		09,1	08,8	5009,0	b_3
	5005,2	—	—	—	
		03,4	03,3	5003,3	l

№ der Gruppe.	Vergleichs-Linien.	Reihe 1.	Reihe 2.	Mittel.	Bemerkungen.
		5001,2	5001,1	5001,1	b_2
		4998,2	4998,0	4998,1	b_1
III.	4990,3	—	—	—	
		78,3	78,1	4978,2	b_2, m
		74,8	74.6	4974,7	l_1
		72,2	71,9	4972,0	Max. b_5 { e
		65,7	65,6	4965,6	Max. b_5
		64,0	63,7	4963,8	Max. b_5 { a scharf.
		60,8	60,6	4960,7	Max.
	4956,7	—	—	—	
		53,9	53,9	4953,9	b_3, m
		46,1	46,3	4946,2	Max. b_4, m { b_4
		—	44,3	4944,3	l_3 { b_4
		41,8	41,7	4941,7	l_4 { b_4
		39,5	—	4939,5	
		37,7	38,0	4937,8	b_3
	4933,4	—	—	—	
		31,3	31,4	4931,3	l_2
		29,8	29,2	4929,5	b_2, a
		27,6	27,3	4927,4	b_3 { e
IV.	4919,7	—	—	—	b_3 { Max. Feines Liniennetz mit zunehmender Intensität nach Violett.
		—	17,8	4917,8	b_3 { Max.
		15,0	15,1	4915,0	b_3 { a
		13,2	13,3	4913,2	
		11,0	10,8	4910,9	b_1
		09,7	09,3	4909,5	
		06,1	06,0	4906,0	b_2
		05,0	05,0	4905,0	
		01,2	00,9	4901,0	b_4
		4896,3	4895,8	4896,0	Max.
	4890,4	—	—	—	
		87,2	87,7	4887,4	Max.
		82,2	82,5	4882,3	Max.
		67,3	67,9	4867,6	b_1, Bei 4865,3 l_1
	4860,6	—	—	—	F (fällt in die Mitte eines schwachen Streifens.)

D. Partie *F*—($\lambda = 4630$).

№ der Gruppe.	Vergleichs-Linien.	Reihe 1.	Reihe 2.	Mittel.	Bemerkungen.
I,	4860,6	—	—	—	*F*
		4856,7	4856,7	4856,7	*l* Mit ⊙ 4854,7 scheint
		49,8	50,0	4849,9	l_2, *a*, *b* eine Linie zu coinci-
		47,0	46,8	4846,9	b_2, *a* diren.
		43,5	43,3	4843,4	b_2 *s*, *m*
		41,5	41,5	4841,5	b_2 *a*
		40,0	40,0	4840,0	b_2
		38,8	38,0	4838,4	b_2
		36,1	35,6	4835,8	l_1
		31,1	30,8	4831,0	b_3, *a*
	4828,4	—	—	—	Anfang der Gruppe 4828—
		20,0	20,1	4820,0	4793.
		17,2	17,3	4817,2	schwache Maxima.
		14,3	14,3	4814,3	
		11,9	12,1	4812,0	l_4 breit.
		10,1	10,1	4810,1	b_3 schmal.
		07,2	07,2	4807,2	b_2
	4804,4	—	—	—	
		02,6	03,0	4802,8	b_2
		4797,0	4797,5	4797,2	b_5 *m*
		92,7	93,0	4792,8	b_5 *a*
		87,4	—	4787,4	l_1
II.	4785,8	—	—	—	
		83,5	83,8	4783,6	*l*
		78,7	78,9	4778,8	b_3, *m*
		76,2	76,1	4776,1	b_2
		74,3	74,4	4774,3	b_2
		72,0	—	—	Wahrscheinlich Sonnen-
		70,8	—	—	linien.
	4767,4	—	—	—	
		64,8	64,9	4764,8	b_3, *m*
		60,3	60,3	4760,3	b_2, *a*
		58,4	58,7	4758,5	b_2
		56,7	56,7	4756,7	b_2
		53,5	53,5	4753,5	max.
		46,6	46,7	4746,6	max. *a*
		44,8	44,6	4744,7	l_2 Dunkle nebelige
		38,2	38,7	4738,4	max. Gruppe.
		36,2	36,1	4736,1	b_3

№ der Gruppe.	Vergleichs-Linien.	Reihe 1.	Reihe 2.	Mittel.	Bemerkungen.
	4632,9	—	—	—	
		4731,1	4731,4	4731,1	l_3 oder b_3. — 4728,1 l_2
III.	4726,6	—	—	—	
		21,7	21,7	4721,7	b_2, m
		18,0	18,1	4718,0	b_3 m, s
		15,8	15,7	4715,7	b_3 a
		14,5	14,5	4714,5	b_2 e
		12,4	12,0	4712,2	b_2 a
		10,3	10,2	4710,2	b_3, m
		08,1	—	4708,1	l_2
		4699,2	4697,9	4698,5	b_1, a. — 4702,2 Max. coinc. ☉L.
		94,7	94,7	4694,0	b_2, m
	4690,6	—	—	—	
		87,6	87,6	4687,5	b_2, m
		83,7	83,7	4683,7	b_2, a
		82,1	82,0	4682,0	b_5 e
		77,7	77,4	4677,5	b_5 a
		75,2	75,2	4675,2	Max. Dunkle Gruppe.
VI.	4666,7	—	—	—	
		65,2	65,5	4665,3	
		63,0	62,8	4662,9	Max. sehr verschwommen.
		59,5	59,6	4659,5	b_1
		56,8	56,9	4656,8	b_2, m
	4653,9	—	—	—	Von 4650—4644 3 oder 4 diffuse Max.
		43,9	43,8	4643,8	Max. tiefschwarz.
		40,9	40,9	4640,9	Max.
		30,6	30,7	4630,6	Anfang der Gruppe.

Die Uebereinstimmung der beiden Reihen 1 und 2 unter einander dürfte wohl als eine sehr befriedigende bezeichnet werden können. Natürlich werden die Bestimmungen im äussersten Roth und nach dem Violet hin nicht als völlig so sicher anzusehn sein, wie im mittleren Theile des Spectrums, weil im Roth der Einfluss der unvermeidlichen Beobachtungsfehler wegen des grösseren Werthes der Reductionsfactoren grösser ist und nach dem Violet hin die Beobachtungen wegen Lichtmangel nicht so sicher gemacht werden können; allein mit Rücksicht auf die Kleinheit der wahrscheinlichen Fehler der Einstellungen (etwa 0,05 Trommeltheile) werden diese Fehlerquellen nur die 8-te Stelle und auch diese nur unbedeutend beeinflussen. Ich glaube desshalb, dass im Allgemeinen die Mittel die Wellenlängen bis auf sieben Stellen völlig sicher darstellen und dass in den meisten Fällen auch der 8-ten Stelle einige Bedeutung beigemessen werden kann.

Sehr interessant und ausserordentlich prachtvoll gestalten sich die Absorbtionserscheinungen der Untersalpetersäure, wenn die Intensität der Absorbtion möglichst weit gesteigert wird. Auf die Zunahme der Absorbtion mit wachsender Temperatur hat schon Brewster die Aufmerksamkeit gelenkt, indem nach seinen Beobachtungen bei genügender Erhitzung des Gases, schon eine wenige Centimeter dicke Schicht zur vollständigen Extinction auch des hellsten Sonnenlichts genügt; dasselbe aber bei gewöhnlicher Temperatur bloss durch Verlängerung der absorbirenden Gassäule zu erreichen, hält er nicht für möglich. Es lässt sich nun nicht übersehn, ob Brewster diese Angabe durch Anwendnng einer Schicht von genügenden Dimensionen genauer geprüft hat; ein Versuch über das Aussehen des Spectrums, welchen ich mit einer Gassäule von 2,5 Met. Länge angestellt habe (siehe oben) scheint eher zu einem entgegengesetzten Resultate zu führen, indem die dabei beobachteten Erscheinungen es wahrscheinlich machen, dass bei noch grösserer Gasmenge die totale Absorbtion sich über das ganze Spectrum erstrecken und das Gas schwarz erscheinen würde. Durch eine Schicht von der angegebenen Dicke ist nämlich das ganze Spectrum bis beiläufig $\lambda = 6000$ vollständig absorbirt und in den übrigen Theilen bis ins äusserste Roth haben die Absorbtionsbänder einen so bedeutenden Zuwachs an Intensität und Zahl erfahren, dass die obige Vermuthung sehr stark an Wahrscheinlichkeit gewinnt. Von diesen Erscheinungen habe ich in den Zeichnungen (Tafel III) ein Bild zu geben gesucht. Die Vergleichung derselben mit der Hauptzeichnung dürfte manche interessante Einzelheiten ergeben. In diesem Stadium gehört jedenfalls das Spectrum zu den brillantesten Erscheinungen der Optik.

B. Absorbtionsspectrum des Brom.

Der Zeit nach war das Absorbtionsspectrum der Bromdämpfe das erste, welches ich einem näheren Studium unterzog. Ich hatte darüber schon die ersten vorläufigen Untersuchungen angestellt, als in den Poggendorff'schen Annalen eine Abhandlung von Herrn Moser[1]) erschien, die unter anderen auch einige Wellenlängenbestimmungen der Hauptabsorbtionsstreifen des Brom enthielt. Anfangs dachte ich desshalb meine Arbeit über dieses Gas als überflüssig einstellen zu müssen; bei etwas näherer Betrachtnng der Moserschen Zeichnung fand ich aber bald, dass in meinem Instrumente nicht unbedeutend mehr Detail sich erkennen liess, und da ich ausserdem die Bromlinien direct in das Sonnenspectrum einregistrirte, Moser dagegen dieselben mit Thalén's Zeichnung des Jodspectrums verglichen hatte, also wahrscheinlich mit künstlichem Lichte hat herstellen müssen[2]), so hoffte ich andererseits auch meinen Bestimmungen etwas grössere Schärfe verleihen zu

1) Pogg. Ann. Bd. CLX, p. 177.

2) Moser erwähnt nicht was für eine Lichtquelle er benutzt hat; davon hängt aber der Detailreichthum und das allgemeine Aussehen des Spectrums sehr bedeutend ab.

können. Da ausserdem, falls ich die Meinung des Verfassers richtig aufgefasst habe, der Zweck seiner Messungen hauptsächlich nur darauf gerichtet war ein Orientirungsmittel zu gewinnen und nicht auf ein eingehenderes Studium des Spectrums an sich, so glaube ich, dass meine Messungen doch ein gewisses Interesse beanspruchen können, wenn auch nur als Bestätigung der Moser'schen. Was diesen Punkt betrifft, muss jedoch bemerkt werden, dass, da Moser nur die scharfen Grenzen der Bänder nach dem Violet hin beobachtet hat, ich dagegen, wo thunlich, auch die einzelnen die Bänder constituirenden Linien oder Elementarbänder, die Identification nicht immer streng ausgeführt werden kann, dass sich also nur diejenigen unter meinen Bestimmungen, welche die stärksten Linien betreffen, mit Moser's Beobachtungen vergleichen lassen, ohne dass damit jedoch eine Identität der in dieser Weise verglichenen Oerter im Spectrum unbedingt behauptet sei. Die bei einer solchen Vergleichung auftretenden Differenzen sind aber nicht sehr gross, wesshalb ich auch glaube diese Art der Zusammenstellung unserer Beobachtungen als im Allgemeinen statthaft betrachten zu können. Um sie zu erleichtern, habe ich für jede Gruppe auch die entsprechende Nummer nach Moser's Zeichnung in der Tafel der Wellenlängen aufgeführt.

Das Brom, welches ich bei diesen Versuchen benutzt habe, stammt aus der bekannten chemischen Fabrik des Herrn Trommsdorff in Erfurt und wird desshalb wohl als sehr nahe rein anzusehn sein. Eine kleine Verunreinigung z. B. durch Jod kann hier keinen Einfluss ausgeübt haben, da die Temperatur des Gases ebenso wie bei der Untersalpetersäure stets nur diejenige des Zimmers gewesen ist. Die erhaltenen Wellenlängen sind in der folgenden Tafel enthalten:

Tafel 3.

Absorbtionsspectrum des Brom.

№ der Gruppe.	Vergleichs-Linien.	Reihe 1.	Reihe 2.	Mittel.	Bemerkungen.	Moser's №
1	6190,5	—	—	—		
		6189,3	6187,8	6188,5	*b*	
2	6136,0	—	—	—		
		6120,0	6120,2	6120,1	*b e*	— 11
		15,9	15,7	6115,8	*a*	
3		6098,5	6099,2	6098,8	b_1, *m*	— 10
4	6077,7	—	—	—		
		6068,9	6068,6	6068,7	*b*, *a*	— 9
5		6047,5	6046,7	6047,1	*b*, *a*	— 8
	6041,2	—	—	—		

№ der Gruppe.	Vergleichs-Linien.	Reihe 1.	Reihe 2.	Mittel.	Bemerkungen.	Moser's №
6		6023,1	6023,9	6023,5	b, a	— 7
	6007,5	—	—	—		
7		01,5	01,4	6001,5	b_2, m	— 6
8		5982,9	5981,2	5982,0	b	— 5
9		57,4	56,6	5657,0	b_1, s	— 4
10		41,8	42,1	5942,0	b, s	— 3
11		12,8	10,0	5911,4	b, s	— 2
	5895,1	—	—	—		
	5889,0	—	—	—	D Das Band Moser — 1 fällt nahe der D-Gruppe u. lässt sich desshalb schwer erkennen.	
12		5869,1	5868,7	5868,9	b_2, a	+ 1
	5856,5	—	—	—		
13		44,7	44,3	5844,5	b_2, m	+ 2
		29,8	28,1	5829,0	b_3 s	
		27,4	—	5827,4	b_3 a	
	5815,5		—	—		
14		03,8	03,1	5803,4	b_2, s	+ 3
		—	00,9	5800,9	l_2	
		5792,4	5790,5	5791,5	b_1, a	
	5784,6	—	—	—	b_3 s bei 5762,0	+ 4
15		55,3	55,3	5755,3	b_3 a	
	5746,7	—	—	—		
16		46,0	48,0	5747,0	e	+ 5
		25,4	26,2	5725,8	b_3	
		21,5	21,2	5721,3	b_3	
	5708,3	—	—	—		
17		5686,1	5687,6	5686,8	b_3, s Bei 5698 Max. 5688 schmale Lichtlücke.	+ 6
	5681,4	—	—	—		
18		—	67,1	5667,1	l_1	+ 7
		58,4	56,4	5657,4	b_3, a, s	
		53,3	53,2	5653,2	b_3	
		—	50,7	5650,7		
	5657,6	—	—	—		
		—	48,3	5648,3	b_1, m	
19		38,0	44,0	5641,0	b_3 e undeutlich	+ 8
		25,9	25,6	5625,7	b_3 a, s	
		22,8	23,1	5623,0	b_4 e In dem Bande ein	
		18,1	17,5	5617,8	b_4 a schmaler heller Streifen.	
	5614,4	—	—	—		
20		5586,9	5586,7	5586,8	b_4, a e bei 5594,	+ 9
		—	77,9	5577,9	b_1, a e daraufnebel.	
		—	74,2	5574,2	b_1, a a Liniennetz.	

№ der Gruppe.	Vergleichs-Linien.	Reihe 1.	Reihe 2.	Mittel.	Bemerkungen.	Moser's №
	5571,7	—	—	—	5593,5 / 84,3 Linien	
21		5557,1	5556,9	5557,0	b_4, a, s	+ 10
		50,3	50,5	5550,4	g, a	
		—	48,2	5548,2	l?	
	5571,7	—	—	—		
22		39,3	39,8	5539,5	l_3	+ 11
		29,7	29,2	5529,4	b_4, a bis 5539,5	
	5527,4	—	—	—	b_2	
23		22,0	22,7	5522,3	l_3	+ 12
		18,9	19,5	5519,2	l_1 dupl.	
		15,5	16,1	5515,8	l dupl.	
		04,8	05,0	5504,9	b_3, a. e bei 5511,5	
		02,5	02,5	5602,5	b_1	
		5495,8	5495,8	5495,8	l_1	
	5527,4	—	—	—		
24		93,8	94,0	5493,9	b_3, g 5487 Max.	+ 13
		80,8	80,6	5480,7	b_3, g s	
		77,9	77,9	5477,9	l_2	
	5475,9	—	—	—		
25		—	73,5	5473,5	l_1	+ 14
		—	69,0	5469,0	l_1	
		60,2	60,2	5460,2	b_4, a	
		56,5	57,1	5456,8	l_1 tripl.	
	5454,7	—	—	—		
		54,3	—	54,3	b?	
		51,8	51,6	5451,7	l_3	
		49,4	49,3	5449,3	l_1 dupl.	
		—	—	—	Bei 5445,5 b_3, m 44,0 l_1	
26		42,6	42,5	5442,5	b_4 e Gitter	+ 15
		36,0	35,6	5435,8	b_4 a, s	
		34,8	34,2	5434,5	b_5 e, s	
		32,9	32,0	5432,4	b_5 a	
	5428,8	—	—	—		
27		21,0	21,1	5421,0	l_1	+ 16
		20,1	19,7	5419,9	l	
		17,7	17,8	5417,7	b_3 e,	
		12,2	12,1	5412,1	b_3 a l_4	
		10,3	09,8	5410,0	b_3, m	
		07,4	08,1	5407,8	l_2 dupl.	
	5403,1	—	—	—		
28		00,3	01,0	5400,6	l_1	+ 17

№ der Gruppe.	Vergleichs-Linien.	Reihe 1.	Reihe 2.	Mittel.	Bemerkungen.	Moser's №
		5396,9	5396,9	5396,9	b_1 e	
		5392,5	5392,8	5392,6	b_1 a, l_3	
		90,8	91,1	5391,0	l_2 dupl.	
		88,2	88,4	5388,3	b	
		85,8	86,7	5386,2	b	
		83,1	82,8	5383,0		
		80,2	80,2	5380,2	l_2 dupl.	
		77,3	77,6	5377,4	l_2	
		—	75,6	5375,6	b_2 c	
		—	73,6	5373,6	b_2 l_2	
		70,1	70,7	5370,4	b_2 a	
		68,3	67,9	5368,1	b_3 e	
		61,5	61,8	5361,6	b_3 l_3	
		58,1	58,1	5358,1	b_3 a	
		56,9	56,9	5356,9	l_1	+ 18
	5370,5	—	—	—		
29		55,0	56,0	5355,5		+ 19
		—	49,3	5349,3	g	
		—	46,9	5346,9	b_1	
		45,5	45,6	5345,5	b_4 e	
		—	42,7	5342,7	b_4 l_1	
		38,9	39,1	5339,0	b_4 a	
		35,9	36,4	5336,1	l	
	5340,2	—	—	—		
30		—	31,4	5331,4	b_3 e Gitter.	+ 20
		26,7	26,8	5326,7	b_3 l_1	
		18,6	18,5	5318,5	b_3 a l_2	
		—	15,7	5315,7	l_1	
		13,8	13,6	5313,7	b_2	
		11,6	10,9	5311,2		
		09,3	09,6	5309,4	b_3	
		07,5	07,3	5307,4		
		06,4	06,0	5306,2	b_4 e	
		01,5	00,7	5301,1	b_4 l	
		5298,8	5297,8	5298,3	b_4 a	
	5297,5	—	—	—		
31		89,1	89,4	5289,3	l_2	
		88,1	88,5	5288,3	b_3 In der Mitte	
		81,7	81,9	5281,8	b_3 helle Linie.	
		79,6	79,8	5279,7	b_2	
	5282,5	—	—	—		
32		75,8	76,4	5276,1	l_1	

№ der Gruppe.	Vergleichs-Linien.	Reihe 1.	Reihe 2.	Mittel.	Bemerkungen.	Moser's №
		5271,9	5271,8	5271,8	l_2	
		65,7	65,8	5265,7	b, s Coinc. ⊙ lin. 5265,8	
	5260,9	—	—	—		
33		59,6	59,2	5259,4	l_1 dupl.	
		56,0	56,7	5256,3	b oder l dupl.	
		48,9	48,8	5248,8	b_3, a	
		46,6	—	5246,6	l tripl.	
	5254,1	—	—	—		
34		43,1	43,4	5243,2	l_2 dupl.	
		41,7	42,1	5241,9	l_2	
		39,5	39,8	5239,6	b_1 l_2	
		37,4	39,4	5237,4	l_2	
		34,8	—	5234,8	l_2 verschwommen.	
	5232,1	—	—	—		
35		24,2	24,0	5224,1	l_2	
		22,7	22,6	5222,6	b_3	
		21,2	20,7	5221,0		
		19,6	19,3	5219,4	l_1 dupl.	
		11,4	11,1	5211,2	l_3	
		08,2	07,9	5208,0	g_3, a	

Man ersieht aus dieser Tafel, dass die Anzahl der gemessenen Wellenlängen im Vergleich mit der Moser'schen Tafel bedeutend grösser ist, namentlich in denjenigen Spectraltheilen die nach dem Violet hin liegen. So giebt Moser, — um einige Beispiele anzuführen — bei + 2 und + 3 nur zwei einfache Bänder an, während mein Spectroskop hier zwei entschiedene Doppelbänder zeigt; bei + 17 und + 18 sind nur die beiden Grenzen der betreffenden Gruppe verzeichnet, während ich daselbst 16 Positionen registirt habe und die einzelne Linie + 19 bei Moser ist in der obigen Tafel durch 7 Spectralörter ersetzt u. s. w. Im Roth, wo es bei gewöhnlicher Temperatur schwerer hält die Linien überhaupt hervorzurufen, ist natürlich der Detailreichthum unbedeutend. Von b an ist das ganze übrige Spectrum vollkommen absorbirt und schon vor b liegt über demselben ein leichter, nach dem Violet hin an Intensität mehr und mehr zunehmender Schleier.

Erklärung der Tafeln.

Tafel I. und II. stellen das Absorbtionsspectrum der Untersalpetersäure bei kleinerer Länge der durchlaufenen Schicht und weniger grosser Dichtigkeit des Gases vor.

Tafel III. Dasselbe, bei 2,5 Meter Länge der Schicht und möglichst grosser Dichtigkeit des Gases.

Tafel IV. Absorbtionsspectrum des Brom.

Absorbtionsspectrum der Untersalpetersäure

Hasselberg del.

Lithographie v. E. Ivanson.

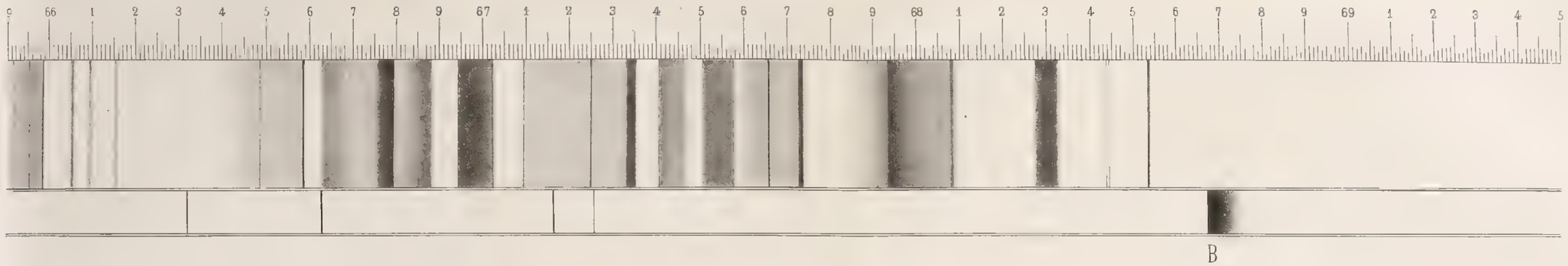
Absorbtionsspectrum der Untersalpetersäure.

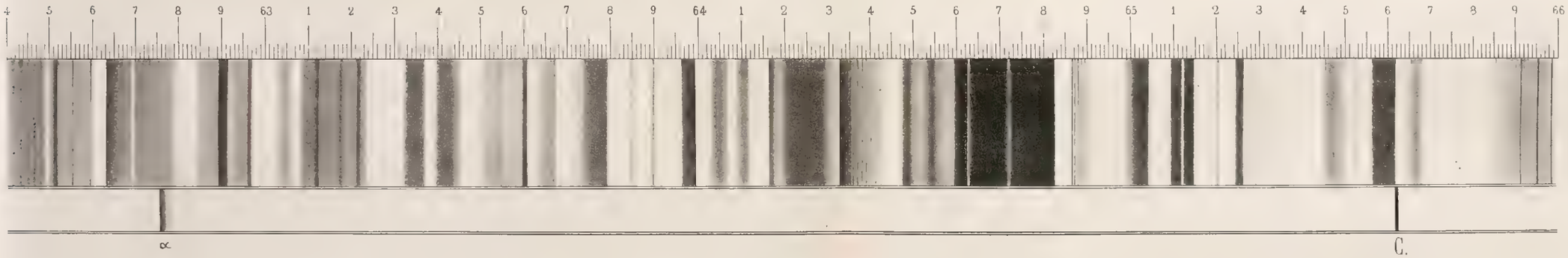
Hasselberg del

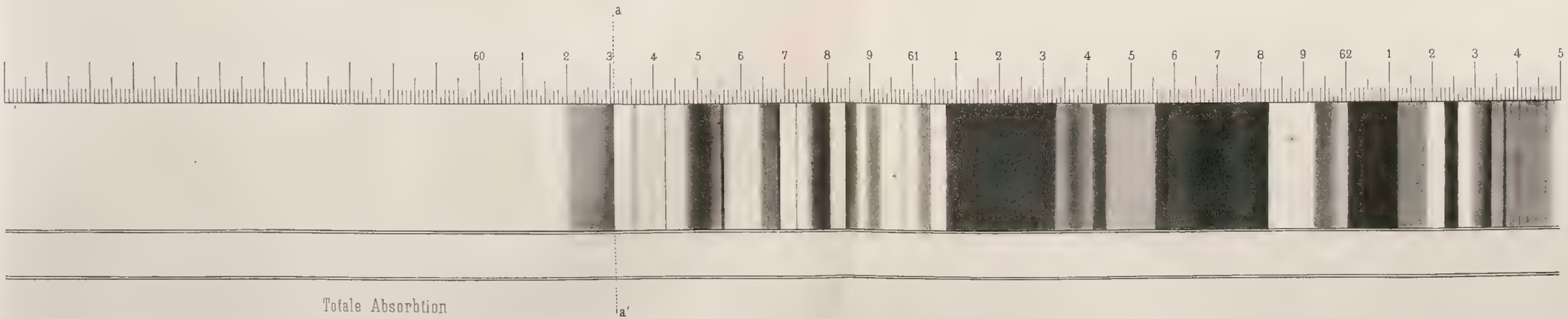
Lithographie v. E Ivanson.

Absorbtionsspectrum der Untersalpetersäure.

Bei starker Absorbtion

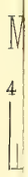




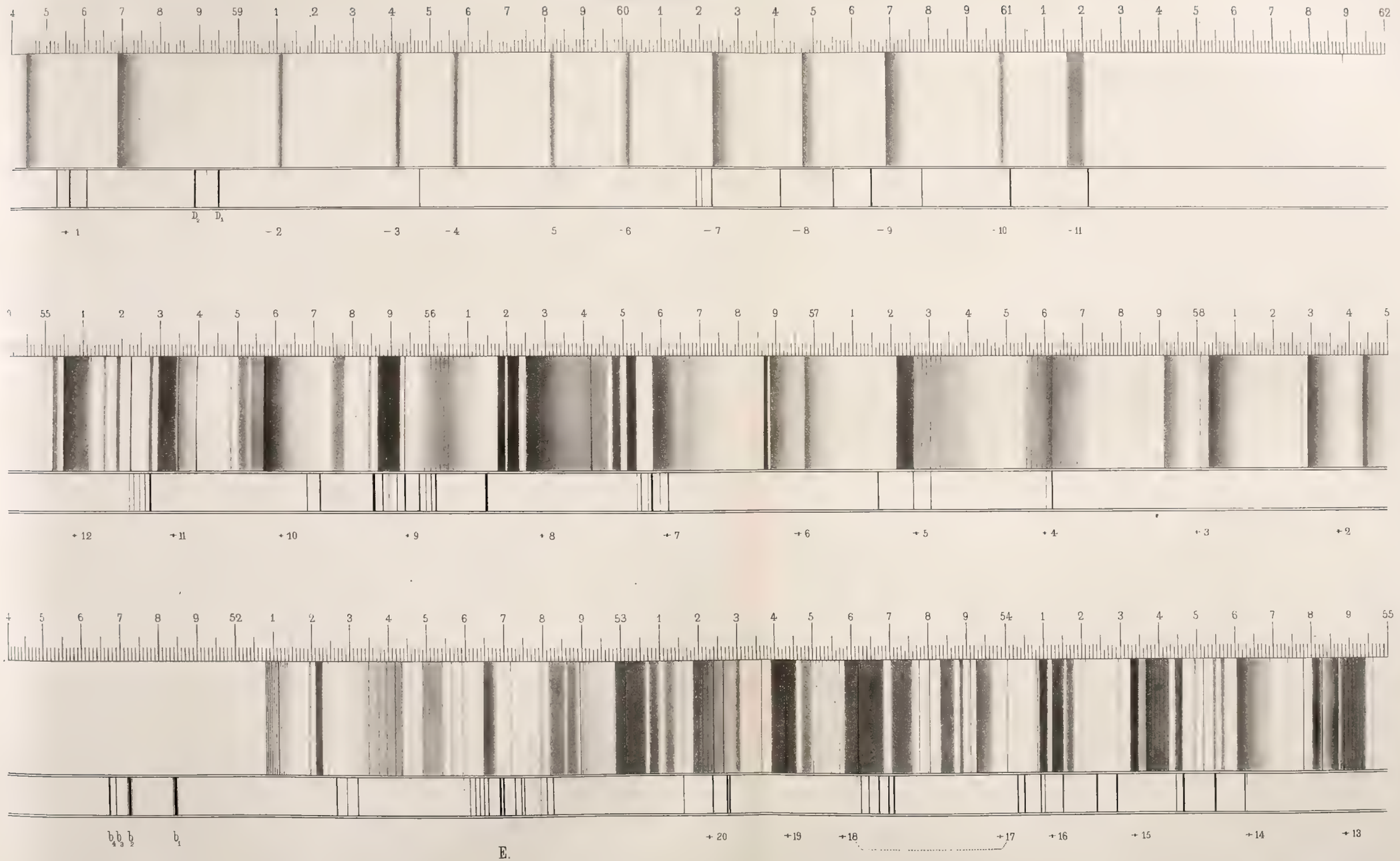


Hasselberg del.

Lithographie v. E. Ivanson



Absorbtionsspectrum des Broms.



E.

Hasselberg del

Lithographie v. E Ivanson.

BEKANNTMACHUNG

der Kaiserlichen Akademie der Wissenschaften.

Als im Jahre 1847, bald nach Rückkehr des Herrn Dr. A. Th. von Middendorff von seiner sibirischen Reise, seitens der Akademie der Wissenschaften die Herausgabe seiner Reisebeschreibung in deutscher Sprache begann, wurde, einfacherer Berechnung wegen, für jeden Band derselben, ohne Rücksicht auf seinen Umfang und die Zahl der in ihm enthaltenen Tafeln, einförmig der Preis von 5 Rub. 40 Kop. (6 Thlr.) bestimmt. Gegenwärtig kann das Werk, ungeachtet einer Lücke im zweiten Bande, als vollendet betrachtet werden, und zwar enthält dasselbe 16 Lieferungen, die zu 4 Bänden zusammengestellt sind. Da jedoch der Inhalt des Werkes ein sehr mannigfaltiger und fast jede der Lieferungen einer besonderen Specialität gewidmet ist, so hat die Akademie, um die verschiedenen Theile des Werkes den betreffenden Fachgelehrten zugänglicher zu machen, die Bestimmung getroffen, dass von nun an wie die Bände so auch die Lieferungen einzeln im Buchhandel zu haben sein sollen, und zwar zu den folgenden, nach Umfang und Zahl der Tafeln normirten Preisen.

Dr. A. Th. v. Middendorff's Reise in den äussersten Norden und Osten Sibiriens während der Jahre 1843 und 1844 mit Allerhöchster Genehmigung auf Veranstaltung der Kaiserlichen Akademie der Wissenschaften zu St. Petersburg ausgeführt und in Verbindung mit vielen Gelehrten herausgegeben. 4 B^{de} in 4^{0} (1847 — 1875).

	Silber.		Reichsm.	
	Rbl.	K.	Mrk.	Pf.
Bd. I. Th. I. Einleitung. Meteorologische, geothermische, magnetische und geognostische Beobachtungen. Fossile Hölzer, Mollusken und Fische. Bearbeitet von K. E. von Baer, H. R. Göppert, Gr. von Helmersen, Al. Graf. Keyserling, E. Lentz, A. Th. v. Middendorff, W. v. Middendorff, Johannes Müller, Ch. Peters. Mit 15 lith. Tafeln. 1848. LVI u. 274 S.	3	45	11	50
Bd. I. Th. II. Botanik. **Lf. 1.** Phaenogame Pflanzen aus dem Hochnorden. Bearbeitet von E. R. v. Trautvetter. 1847. Mit 8 lithogr. Tafeln. IX u. 190 S.	2	25	7	50
Lf. 2. Tange des Ochotskischen Meeres. Bearb. von F. J. Ruprecht. 1851. Mit 10 chromolithogr. Tafeln. (Tab. 9 — 18.) S. 193 - 435	3	95	13	20
Lf. 3. Florula Ochotensis phaenogama. Bearbeitet von E. R. v. Trautvetter und C. A. Meyer. Musci Taimyrenses, Boganidenses et Ochotenses nec non Fungi Boganidenses et Ochotenses in expeditione Sibirica annis 1843 et 1844 collecti, a fratribus E. G. et G. G. Borszczow disquisiti. Mit 14 lithogr. Tafeln. (19—31.) 1856. 148 S.	2	45	8	20
Bd. II. Zoologie. **Th. I.** Wirbellose Thiere: Annulaten. Echinodermen. Insecten. Krebse. Mollusken. Parasiten. Bearbeitet von E. Brandt, W. F. Erichson, Seb. Fischer, E. Grube. E. Ménétriès, A. Th. v. Middendorff. Mit 32 lith. Tafeln. 1851. 516 S. (Beinahe vergriffen.)	7	35	24	50
Th. II. Lf. 1. Wirbelthiere. Säugethiere, Vögel und Amphibien. Bearb. von Middendorff Mit 26 lithogr. Tafeln. 1853. 256 S. (Vergriffen.)	6	35	21	20
Bd. III. Ueber die Sprache der Jakuten. Von Otto Böhtlingk. **Th. I. Lf. 1.** Jakutischer Text mit deutscher Uebersetzung. 1851. 96 S.	—	80	2	70
Lf. 2. Einleitung. Jakutische Grammatik. 1851. S. LIV u. 97—397.	2	30	7	70
Th. II. Jakutisch-deutsches Wörterbuch. 1851. 184 S.	1	40	4	70
Bd. IV. Sibirien in geographischer, naturhistorischer und ethnographischer Beziehung. Bearbeitet von A. v. Middendorff. **Th. I.** Uebersicht der Natur Nord- und Ost-Sibiriens. **Lf. 1.** Einleitung. Geographie und Hydrographie. Nebst Tafel II bis XVIII des Karten-Atlasses. 1859. 200 S. und 17 Tafeln des Atlasses.	3	15	10	50
Lf. 2. Orographie und Geognosie. 1860. S. 201—332. (Vergriffen.)	1	10	3	70
Lf. 3. Klima. 1861. S. 333—523 u. XXV.	1	70	5	70
Lf. 4. Die Gewächse Sibiriens. 1864. S. 525—783 u. LVI.	2	45	8	20
Th. II. Uebersicht der Natur Nord- und Ost-Sibiriens. **Lf. 1.** Thierwelt Sibiriens. 1867. S. 785—1094 u. XIII	2	50	8	30
Lf. 2. Thierwelt Sibiriens (Schluss). 1874. S. 1095—1394.	2	30	7	70
Lf. 3. Die Eingeborenen Sibiriens (Schluss des ganzen Werkes). 1875. S. 1395—1615. Mit 16 lith. Tafeln	3	25	10	80

MÉMOIRES
DE
L'ACADÉMIE IMPÉRIALE DES SCIENCES DE ST.-PÉTERSBOURG, VII^e SÉRIE.
TOME XXVI, N° 5.

TENTAMEN SYNOPSEOS
RHINOCEROTIDUM
VIVENTIUM ET FOSSILIUM

AUCTORE

J. F. Brandt.

Cum tabula.

(*Lu le 17 Mars 1877.*)

OCT 4 1877
SMITHSONIAN DEPOS

ST.-PÉTERSBOURG, 1878.

Commissionnaires de l'Académie Impériale des sciences:

à St.-Pétersbourg:
M. Eggers et C^ie, J. Issakof et J. Glasounof.

à Riga:
M. N. Kymmel.

à Leipzig:
M. Léopold Voss.

Prix: 65 Kop. = 2 Mrk 20 Pf.

MÉMOIRES
DE
L'ACADÉMIE IMPÉRIALE DES SCIENCES DE ST.-PÉTERSBOURG, VII^E SÉRIE.
TOME XXVI, N° 5.

TENTAMEN SYNOPSEOS
RHINOCEROTIDUM
VIVENTIUM ET FOSSILIUM

AUCTORE

J. F. Brandt.

Cum tabula.

(*Lu le 17 Mai 1877.*)

ST.-PÉTERSBOURG, 1878.

Commissionnaires de l'Académie Impériale des sciences:

à St.-Pétersbourg:
MM. Eggers et C^ie^, J. Issakof et J. Glasounof;

à Riga:
M. N. Kymmel;

à Leipzig:
M. Léopold Voss.

Prix: 65 Kop. = 2 Mrk. 20 Pf.

Imprimé par ordre de l'Académie Impériale des sciences.
Novembre 1878. C. Vessélofski, Secrétaire perpétuel.

Imprimerie de l'Académie Impériale des sciences.
(Vass.-Ostr., 9 ligne, № 12.)

Commentationis argumentum.

Caput I. Rhinocerotidum Familiae characteres generales externi, anatomici, biologici et affinitates nec non ejus geographica distributio et aetas. p. 2—15.

Caput II. Rhinocerotidum familiae divisionum, subfamiliarum, generum et specierum enumeratio. p. 16—66.

Legio I. Kynodontes. p. 16.
Subfamilia I. Sphaleroceratinae Nob. (Dinocerata Marsh). p. 16.
Subfamilia II. Brontotherinae Nob. (Brontotheridae Marsh). p. 19.
Subfamilia III. Palaeotheriodontinae Nob. (Genus Hyracodon Leidy). p. 22.
Appendix I. Rhinocerotidum Americae genera ut videtur generi Hyracodon affinia. p. 24.

Legio II. Akynodontes. p. 25.
Subfamilia IV. Rhinocerotinae Nob. p. 25.
Cohors A. Holotemnodontes. p. 26.
a. Ecornes. p. 27.
Genus I. Aceratherium Kaup. p. 27.
Spec. 1. Aceratherium incisivum Kaup. p 27. (Rhinoceros incisivus Cuv.)
?Spec. 2. Aceratherium minutum Kaup. p. 28. (Aceratherium steinheimense Jaeg. — Rhinoceros pleuroceros Duvernoy).
?Spec. 3. Aceratherium Goldfussi Kaup. p. 29. (?Rhinoceros brachypus Lartet).
Appendix II. De Aceratheriis Americae borealis. p. 29.
?A. Subgenus seu Sectio Aphelops Nob.?, genus Aphelops Cope. p. 30.
Spec. 1. Aceratherium megalodus Cope. p. 30.
Spec. 2. Aceratherium crassum Leidy. p. 30.
?B. Sectio seu Subgenus Subhyracodon Nob. p. 30.
Spec. 3. Aceratherium mite Cope. p. 30.
Spec. 4. Aceratherium occidentale Leidy. p. 31.
Spec. 5. Aceratherium quadriplicatum Cope. p. 32.
Genus II. Diceratherium Marsh. p. 32.
Spec. 1. Diceratherium armatum Marsh. p. 32.
Spec. 2. Diceratherium nanum Marsh. p. 33.
?Spec. 3. Diceratherium advenum Marsh. p. 33.
b. Unicornes. p. 33.
Genus III. Rhinoceros Gray. p. 33.
Spec. 1. Rhinoceros inermis Less. p. 34.
Spec. 2. Rhinoceros sondaicus Horsf. p. 36. (Rhinoceros nasalis et Floweri Gray).
Spec. 3. Rhinoceros unicornis Linn. p. 38. (Rhinoceros stenocephalus Gray. — Rhinoceros sivalensis et palaeindicus Falconer et Cautl.)

Appendix III. De Rhinocerotis unicornis specie dubia Africae. p 39.
Appendix IV. De reliquiis americanis generi Rhinoceros adscriptis. p. 40.
Spec. 1. Rhinoceros meridianus Leidy. p. 40.
Spec. 2. Rhinoceros hesperius Leidy. p. 40.
Spec. 3. Rhinoceros pacificus Leidy. p. 41.
Spec. 4. Rhinoceros annectens Marsh. p. 41.
Spec. 5. Rhinoceros oregonensis Marsh. p. 41.
c. Bicornes. p. 41.
Genus IV. Ceratorhinus Gray. p. 41.
Spec. 1. Ceratorhinus sumatrensis Cuv. Gray. p. 42. (Ceratorhinus Crossi, niger et Blythii Gray. — Rhinoceros platyrhinus Falconer).
? Spec. 2. Ceratorhinus lasiotis Garod, Sclater, Rhinoceros lasiotis Sclater. p. 44.
Spec. 3. Ceratorhinus cucullatus Nob. p. 45. (Rhinoceros cucullatus A. Wagner).
Genus V. Dihoplus Nob. p. 48.
Spec. 1. Dihoplus Schleiermacheri Nob. p. 49. (Rhinoceros Schleiermacheri Kaup).
? Spec. 2. Dihoplus sansaniensis Nob. p. 50. (Rhinoceros sansaniensis Lartet).
Cohors B. Colobotemnodontes. p. 51.
Genus VI. Atelodus Pomel. p. 51.
Subgenus 1. Colobognathus Nob. (Genus Rhinaster et Ceratotherium Gray). p 51.
Sect. A. Dactylochilus (Genus Rhinaster Gray). p. 52.
Spec. 1. Atelodus bicornis Nob. p. 52. (Atelodus bicornis et Keitloa Pomel. — Rhinoceros bicornis et Keitloa Wahlberg).
Sect. B. Cyclochilus (Genus Ceratotherium Gray). p. 55.
Spec. 2. Atelodus simus Pomel. p. 55. (Rhinoceros simus Burchell et Rhinoceros seu Ceratotherium Oswellii Gray).
Subgenus 2. Colodus Nob. (Genus Colodus A. Wagner). p. 57.
Spec. 3. Atelodus pachygnathus Nob. p. 57.
Subgenus 3. Mesorhinoceros Nob. (Genus Ceratorhinus et Rhinoceros Gray). p. 58.
Spec. 4. Atelodus leptorhinus Pomel. p. 59. (Rhinoceros leptorhinus Cuv. — Rhinoceros megarhinus Christol).
Subgenus 4. Tichorhinus Nob. p. 60.
Spec. 5. Atelodus antiquitatis Nob. p. 60. (Rhinoceros antiquitatis Blumenbach. — Rhinoceros tichorhinus Fischer, Cuvier. — Rhinoceros Jourdani Lortet et Chantre).
Spec. 6. Atelodus Merckii Nob. p. 61. (Atelodus Aymardi Pomel. — Rhinoceros hemitoechus et etruscus Falconer).
Appendix V. De genere Cadurcotherium Gervaisii. p. 62.
Spec. 1. Cadurcotherium Cayluxi P. Gerv. p. 63.
Subfamilia V. Hippodontinae seu Elasmotherinae Nob. p. 63.
Genus I. Elasmotherium G. Fischer. p. 65.
Spec. 1. Elasmotherium Fischeri Desm. p. 65.

Disquisitiones speciales de *Rhinocerotibus Tichorhinis* institutae non solum ad reliquarum *Rhinocerotidum* extinctarum, sed etiam viventium accuratiorem considerationem me induxerunt. Inde apparuit nec primo nec secundo loco commemoratarum specierum qualitates naturales, fossilium praecipue, in variis *Grayii* scriptis sufficienter esse propositas. Specierum viventium numerum enim nimis auxit, e contrario quod ad fossiles attinet de *Rhinocerote* (*Atelodo*) *antiquitatis* et *leptorhino* Cuvieri pauca tantum annotavit, ita quidem ut hunc primum *Rhinocerotis leptorhini*, deinde *Ceratorhini monspelliani* nomine enumeraverit, binis igitur generibus inseruerit, de reliquis speciebus fossilibus autem prorsus tacuit. — Quum scientia palaeontologica nostrae aetatis demonstret *Rhinocerotidum* species exstinctas, nominatim ad Subgenus *Tichorhinus* spectantes, non solum cum aliis *Rhinocerotibus* diu deletis, sed etiam cum mammalibus aliis adhuc existentibus ad Faunam quam dicunt asiatico-europaeam pertinentibus vixisse, *Rhinocerotidum* species exstinctae a viventibus in contemplatione Familiae generali minime erunt excludendae, sed e contrario in ejus Synopsi completiore aequo jure affinitatis aut differentiae respectu locum systematicum commodum occupare debebunt. Non solum igitur specierum numerum, sed etiam structurae diversitatem augebunt, ita ut classificationis quam maxime naturalis fundamenta inde derivari et evolutionis familiae imago distinctior acquiri possit. *Rhinocerotidum* exstinctarum, nominatim *Tichorhinorum*, reliquiae ceterum, ut arbitror, ad opinionem, a me quoque jam in variis scriptis propositam, defendendam conferunt, re vera existere, inter animalia superiora saltem, tales formas, quarum origo directa ex aliis plus minusve iis finitimis, vel ipsis cognatis possit demonstrari, quum, ut e reliquiarum studio apparet, per longissimum, imo indefinitum, saeculorum spatium eandem structuram constantem varietati essentiali nullo modo obnoxiam ostendant, qua de causa potius pro speciebus sejunctis, originariis (Urformen), genuinis igitur (non a connatis derivandis), habendae esse videntur.

Notandum praeterea erit ad *Rhinocerotum* species, fossiles imprimis, distinguendas craniis, vel saltem eorum fragmentis characteristicis bene conservatis opus esse. Dentes, imo molares, soli enim, quamquam speciebus distinguendis frequentissime sunt adhibiti, propter coronarum figuram admodum variabilem notas distinctioni specierum exactae sufficientes haud praebent, ut, quod ad molares attinet, jam docuerunt H. v. Meyer, Gaudry, Rütimeyer et Flower; ego vero in *Atelodi Merckii* historia in *Academiae Petropalitanae*

Commentariis (1877), T. XXIV, nuper publicata (cf. *Monographie der Tichorhinen Nashörner*, no. 4) uberius demonstrare studui.

Finitis jam disquisitionibus ad *Rhinocerotides* sic dictae orbis terrarum partis antiquae spectantibus de familiae nominatae finibus et affinitatibus meditanti visum est Perissodactylorum plurium reliquias in America boreali repertas divisionibus peculiaribus adnumeratas (*Dinocerata* et *Brontotheridas*) commode *Rhinocerotidibus* Subfamiliarum titulo adnumerari posse, quare etiam de his in Synopsi mea disserui.

Haud omittere denique possum tractatum a Flowero de *Rhinocerotum* craniologia editum, sicuti observationes a Sclatero de *Rhinocerotibus* nunc, vel olim, in horto zoologico londinensi viventibus publicatas, benevole mihi transmissas nec non alias a Sieboldo, Petersio et Marshio amiciter mecum communicatas ad Synopsin redigendam vario modo contulisse.

CAPUT I.

Rhinocerotidum Familiae characteres generales externi, anatomici, biologici et affinitates nec non ejus geographica distributio et aetas.

Mammalia ungulata, perissodactyla plerumque vasta, quorum species cornutae, praesertim quasi loricatae, habitum quidem peculiarem alienum praebent respectis tamen speciebus ecornibus affinitatem magnam haud negandam cum *Palaeotheriis*, minorem cum *Tapiris* et *Equis* et multo minorem quodammodo etiam cum *Suibus* et *Hippopotamis* manifestant. Caput plus minusve validum, praesertim in parte rostrali, subbreve vel elongatum. Labia valida, prehensilia, quorum superius haud raro saltem, appendice digitiformi, prehensili (proboscidis quodammodo rudimento) instructum est. Oculi parvi. Auriculae satis mediocres, capite breviores, oblongae, apice brevissime acuminatae, margine superiore libero subrotundato saepe ciliatae, in facie interna interdum pilis rarioribus tectae. Dorsum partis nasalis, vel etiam simul frontalis, haud raro cornu, e fibris corneis formato, brevi, satis longo, haud raro longissimo, armatum. Corium satis crassum vel crassissimum, verrucis parvis, vel majoribus, ex parte scutellulis similibus, tectum, haud raro vero glabrum vel plus minusve dense pilosum. Collum breve, crassum, saepe plicis nonnullis, interdum maximis, circumdatum. Truncus satis brevis, crassissimus in nonnullis plicas humerales, dorsales et femorales plus minusve magnas, areas cutaneas magnas, imo interdum maximas, scutis similes, sejungentes praebet, quare in his quasi loricatus apparet. Cauda mediocris vel breviuscula, plerumque pilis raris vel rarissimis rigidis, apice vero longioribus, setis similibus, plus minusve fasciculata. Pedes

breves, crassi, plantigradi, plerumque tridactyli, anteriores interdum tetradactyli, imo pentadactyli. Digiti breves, omnes terram plerumque attingentes, crassi, parte apicali tantum liberi, ungulis brevibus, parum convexis, latiusculis, sensu transverso magis evolutis, latioribus quam longis, parte terminali rotundatis, obtecti. Mammae in viventibus saltem binae inguinales.

Cranium plus minusve validum, corporis moli concinnum, cranii *Palaeotheriorum* structurae in universum longe similius quam *Tapirorum* et *Equorum*. — Pars cranii cerebralis cavitatem cerebralem parvam, imo interdum minimam, includens, praesertim in posteriore parte admodum lata conspicitur et inde ab ossibus frontalibus ad squamam occipitalem elevatam sensim adscendit. Pars occipitalis valde prominens, plus minusve reclinata et in cranii facie superiore a squamae ossis occipitis, latissimae dimidio posteriore, plus minus fortiter retrorsae, limbo superiore latissimo, praesertim in lateribus incrassato (tuberculoso), in medio supra saepe emarginato reliquam squamae partem postice haud raro, interdum valde, superante tantum repraesentatur. Condyli occipitales magni, lati, convexi retrorsum spectant et infra satis distant. Pars cranii verticalis dimidio posteriori fossae temporalis opposita in cranii facie superiore aut aream subquadratam, oblongam, planam, lateribus emarginatam, latiorem vel angustiorem, aut cristam exhibet. Squama temporalis plerumque impressa, interdum convexa, parte sua superiore angustata, ad cristam occipitalem adscendit. Meatus auditorii apertura externa supra saepe in fossam triangularem brevem (*Atelodus*) vel longiorem (*Rhinoceros*) saepe adscendit. Ipse meatus auditorius infra antice a processu anteglenoidali magno, satis arcuato et postglenoidali invicem approximatis infra plerumque (ut videtur) plus minusve clauditur, interdum vero haud clausus apparet. Cavitas glenoidalis mandibulae transversa, oblonga, angusta, parum tantum impressa, parte posteriore a processu valido uncinato vel recto (postglenoidali seu mastoideo anteriore?) terminatur. Pars cranii facialis, propter ossium frontalium et nasalium magnitudinem et maxillarum superiorum partis malaris altitudinem, alta et praesertim parte posteriore lata, partis intermaxillaris et nasalis ratione typum varium offert. Pars frontalis magna, verticali longior et latior, nasali longitudine subaequalis, sed latior, margine anteriore ossibus lacrymalibus opposita, supra inaequaliter tetragona, in medio depressa et vel glabra, vel (in bicornibus) area cornigera aspera instructa, versus partem verticalem et partis nasalis basin paulisper adscendit. Pars nasalis plerumque lata, supra convexa et in cornigeris aspera aut tetragona et dein margine anteriore subtruncata vel rotundata vel denticulo munita, aut pyramidalis et acuminata et tali modo semper deorsum curvata apparet ut fornicis instar maxillarum anteriorem partem, sicuti ossa intermaxillaria, quodammodo obtegat, imo adeo interdum, nominatim in *Tichorhinis* et *Elasmotheriis*, cum iis septi ossei ope conjungatur. Narium aperturae plerumque antice apertae a latere inspectae magnae, aut fere rotundato-cordatae, breviores sed altiores, aut subovatae, aut humiliores satis oblongae et tunc in *Tichorhinis* antice clausae sunt. Ossa lacrymalia aut laminas glabras (in *Rhinocerotibus* genuinis) aut asperas (in *Atelodis*) repraesentantia arcte canalis lacrymalis aperturam externam simplicem vel duplicem et saepe tuberculum offerunt. Maxillae

superioris corporis pars malaris alta et lata, formam fere rhomboidalem et faciem externam satis planam ostendit, sed e parte anteriore processum intermaxillarem edentatum, humilem laminae tetragonae brevi, compressae vel cristae similem emittit. Processus alveolares sunt magni et plus minusve tumidi. Foramina infraorbitalia narium aperturis plus minusve propinqua cernuntur. — Ossa intermaxillaria in adultis plerumque brevia, humilia, saepe edentata, exceptis *Dinoceratibus* et *Hyracodontibus*, processu in utroque latere e margine superiore prodeunte narium aperturae partem lateralem terminante, cum maxillis et ossibus nasalibus conjuncto carent, quare cranii faciem superiorem haud attingunt, sed semper humilia sunt, ita quidem, ut in generibus dentes incisivos superiores evolutos praebentibus (e. c. in genere *Rhinoceros* etc.) latiora, altiora, longiora, processui intermaxillari maxillarum subsimilia appareant et invicem paulisper distent, in aliis generibus vero dentibus superioribus incisivis perfectis carentibus (in *Atelodis*) breviora, humiliora, subperpendicularia et magis invicem approximata appareant. — Arcus zygomatici satis longi, subflexuosi et alti, quare validi, plerumque parte sua anteriore superiore orbitae parvae parietem inferiorem constituunt. Fossae temporales postice prorsus apertae, latae et longae, in speciebus cristam verticalem praebentibus ad marginem ejus superiorem usque ad occiput sunt extensae. — Inferior cranii facies partem basilarem ossis occipitis postice latissimam, in facie inferiore crista centrali, longitudinali antice saepe tuberculosa vel aspera, instructam ostendit. Processus pterygoidei satis longi sunt. Foramina incisiva longiora vel breviora cernuntur. — Mandibula valida aut satis longa, et humilior aut brevior et altior ramos etiam parte superiore admodum latos, in partis condyloideae margine posteriore sub condylo eminentia munitos, partes alveolares latas et symphyseos processum dilatatum lateribus parum impressum, vel laminae plus vel minus evolutae similem, vel ejus rudimentum marginis prominentis forma praebet.

Dentium ratio *Rhinocerotidum Familiae* varietates plures offert. Aliae earum incisivos, caninos et molares possident, aliae vero caninis carent. Incisivi quod ad numerum $\frac{4}{4}$ interdum $\frac{2}{2}$ haud raro vero $\frac{6}{6}$ inveniuntur, sed haud raro ex parte, vel omnes citius vel tardius evanescunt. Molares $\frac{7.7}{7,7}$ vel $\frac{6.6}{6,6}$ rarissime $\frac{5.5}{5,5}$ plerumque, i. e. exceptis *Elasmotheriis*, radicibus sejunctis muniti inveniuntur. Coronae eorum in longe pluribus valles binas vel ternas ut *Palaeotheriorum* molares offerunt in nonnullis vero eminentiis transversis ut in *Tapiris*, aut plicis marginalibus et centralibus obliquis crispatis in *Elasmotheriis*, e substantia vitrea formatis (fere ut in *Hippariis*), instructae cernuntur.

Sceleti trunci et extremitatum ratio corpori plus minusve valido respondens in universum quidem tapirino similis mihi apparuit, sed quae sequuntur differentias obtulit. Pars collaris in universum latitudine et crassitie vertebrarum, praesertim processuum transversorum earum excellit. Atlantis processus transversi non solum admodum lati, sed etiam satis longi apparent. Epistrophei processus spinosus cristam parte posteriore in acumen breve desinentem sistit. Vertebrae colli 3, 4 et 5 processus spinosus longior et latior est. Vertebrarum dorsi processus spinosi circiter ad septimum anteriorum longiores, fortius reclinati, limbo posteriore incrassati, apice magis tumidi sunt. Vertebrarum dorsi mediarum

processus spinosi magis retrorsum spectant. Vertebrarum lumbalium processus transversi latitudinem majorem ostendunt. Vertebrae caudales subbreviores et crassiores apparent. Costae longiores, latiores et magis curvatae conspiciuntur. Scapulae in marginis anterioris inferiore parte parum emarginatae sunt. Pelvis ambitum multo majorem ostendit. Ossa ilium multo majora, longe fortius extrorsum expansa, faciem internam profundiorem exhibent. Ossa ischium validiora pariter magis distant. Symphysis ossium pubis in medio prominet. Extremitatum ossa in universum validiora, nominatim ossa humeri et femoris crassiora, latiora, nec non cristis, tuberculis et processubus majoribus instructa conspiciuntur. Ossa metacarpi et metatarsi sunt latiora, crassiora et in universum breviora. Phalanges digitorum terminales majores, sensu transverso latiores, processus laterales longiores offerunt.

Partium internarum et externarum mollium structura *Rhinocerotidum*[1]) in universum pariter characteres Ungulatorum perissodactylorum manifestat. E viventium numero, nominatim *Equos* et *Tapiros* in memoriam plus minusve revocat; nihilominus tamen differentiae speciales minime desunt.

Corium trunci laterum crassissimum omnino invenitur, sed in capitis superficie superiore, supra processus spinosos vertebrarum posteriorum et ossium ilium partem anteriorem, tenuius apparet. — Labia satis crassa telam cellulosam corporis cavernosi similem vasis et fibris muscularibus striatis nec non nervis ditissimam offerunt. — Plantae pedis fibrarum elasticarum stratum crassum ostendunt. — In pedum posteriore parte inter carpum et metacarpum, nec non inter tarsum et metatarsum, in *Rhinocerote indico* saltem, Owenius massam

---

1) De *Rhinocerotidum* anatomia plures naturae scrutatores egerunt. Parsons (*Philos. Trans. Vol. XLII (1743)*, in *Rhinocerotum* historia sua p. 523 etc. p. 534 penem *Rhinocerotis indici* descripsit et icone (*Tab. III, Fig. 3*) illustravit. — Sparrmann (*Reise nach d. Vorgebirge d. guten Hoffnung, Berlin, 1784, p. 416* et *K. Vetenskaps Academiens handlingar, Stockholm, 1778, Vol. XXXIX, p. 307*) annotationes breves de intestinis *Rhinocerotis bicornis* et praeterea de ejus pene perpaucas in *Actis Academiae Petropolitanae anno 1779 Hist., p. 64* cum icone ejus communicavit. — Bell (*Philosoph. Trans for 1793. P. 1, p. 4*) de cranio, pene et musculis nonnullis *Rhinocerotis sumatrensis* loquutus est. — Mertrud et Vicq d'Azyr anno eodem *Rhinocerotis indici* anatomen instituerunt, cujus summam G. Cuvier (*Ménag. d. Mus., 8, II, p. 3*) et Leçons variis locis communicavit. — Anatomen brevem partium internarum publicavit Leigh Thomas (*Philos. Trans. for 1801, p. 146—152*). — Homius (*Philos. Trans. 1821. P. 1, p. 270*) observationes paucas ad sceletum et ventriculum *Rhinocerotis sumatrensis* spectantes edidit. — Completiorem hucusque *Rhinocerotis* (*indici* nominatim) anatomen tabulis eximiis illustratam Owenio (*Transact. of the zool. soc. Vol. IV (1862), p. 31—58, Pl. 9—22*) debemus, cui verba nonnulla addidit tantum Garrod (*Proceed. z. soc. f. 1874, p. 2*). Qua de causa, quae de partium mollium ratione Rhinocerotis communicavi, plerumque ex Owenii eximia commentatione sunt dessumta. Quas ceterum Garrod (*Proceed. z. soc. f. 1873, p. 92—104*) de *Rhinocerotis* (*Ceratorhini*) *sumatrensis* anatome fecit observationes memoratu dignas figuris illustratas minime neglexi et praeterea etiam observationes quasdam proprias addidi.

De *Rhinocerotum* viventium et fossilium osteologia tractarunt Cuvier, D'Alton et Blainville. De cranio viventium plurium comparandus Flower (*Proceed. zool. soc. 1876*). *Atelodi antiquitatis* sceletum descripsit Giebel (*Jahresber. d. naturwissensch. Vereins zu Halle 1850, III, p. 72—157*) et (Abbild. u. Beschreibung zweier colossalen Rhinoceros-Schädel. Merseburg, 1846). — De cranio ejus porro egit specialiter J. F. Brandt (*Observationes ad Rhinocerotis tichorhini* historiam spectantes (*Mém. d. l'Acad. Imp. d. Sc. de St.-Pétersb. VI-me Sér. Sc. nat. T. V. 1849 c. tab. XXIV*) et Rhinocerotis dicti dentes et partes varias molles fusius illustravit. Serius idem (*Mém. d. l'Acad. d. St.-Pétersb. VII-me Sér. T. XXIV. No. 4* sub titulo *Versuch einer Monographie der tichorhinen Nashörner, mit XI Tafeln*) de *Rhinocerotis antiquitatis* seu *tichorhini*, *Merckii* et *leptorhini* osteologia scripsit.

subovalem, glandulosam invenit e folliculis compositam, antrorsum inter digitos ostium facientem.

Palati mollis latera reticulata, folliculos muciparos largos et processus conicos, tonsillas repraesentantes, offerunt. Palatum molle praeterea stratum folliculorum muciparorum ostendit.

Oesophagus satis amplus pone pharyngem valde dilatatus, deinde angustatus, usque ad stomachum satis aequalem ambitum praebet.

Peritonaeum cum processubus et plicis suis magnum et crassum apparet. Epiploon breve, intestina haud operiens, pone colon magnum, plica maxima et parva instructum, conspicitur.

Stomachus simplex equino, tapirino vel suillo figura generali quidem similis in singulis tamen speciebus figuram peculiarem ostendit et valvula spirali cardiali in *Equis* conspicua semper caret. — Intestinum duodenum pone pylorum in *Rhinocerote indico* sacci forma dilatatum conspicitur, quod de *Rhinocerote sumatrensi* haud valet. — Intestina tenuia longissima plicas membranae mucosae in *Rhinocerote indico* a *Ceratorhini sumatrensis* diversas ostendunt. Glandulae Peyeri haud desunt. — Intestinum colon et coecum equinis pariter similia, maxima. Coeci pars terminalis eorum tamen latior et obtusior esse videtur.

Hepar depressum, obscuri coloris, lobos paucos et ligamentum triangulare offerens, ut in *Equis*, vesica fellea caret. Ductus choledochus amplus pollicum nonnullorum distantia a pyloro remotus in duodenum intrat. — Pancreatis equini formam aemulantis ductus magnus aut in ductus choledochi proxima vicinitate, aut cum eo in duodeni papilla desinit, ductus pancreaticus parvus, sejunctus eadem distantia a pyloro remotus aut pollices circiter 2 a majore distans in duodenum intrat. — Lien complanatus, tenuis, oblongus vel subtriqueter.

Cavitas pectoris circiter $^1/_2$ abdominalis longitudinem offert. — Pulmones satis angusti formas oblongas praebent. Singuli eorum integri vel bilobi, margine superiore crenulati apparent. — Larynx forma generali tapirino haud dissimilis cartilaginibus wrisbergianis caret, sed cartilaginem interarticularem offert. Cartilagines arytaenoideae sunt magnae. Ligamenta vocalia cartilaginem thyreoideam quidem attingunt, sed in rimae glottidis anteriore parte substantia vibratoria tantum observatur. In utroque laryngis latere praeterea inter ligamenta vocalia sacci gularis apertura invenitur, quae cum fossa sub epiglottide triangulari sita communicat. — Trachea ex annulis valde approximatis constat.

Cor, ut in *Tapiris* et *Elephantis*, formam rotundatam ostendit et referente Garrod ossiculum, ut in *Tapiro sumatrensi*, offert. Renes, situm equinorum praebentes, plus minus ovales, subplani vel convexi, interdum subtriquetri, modice lobati, papillis carent. Urether uterque in ramos duos primarios dividitur. Uretheres marium supra vesiculas seminales, feminarum vero ab urethra brevi distantia remoti in vesicam intrant.

Renum succenturiatorum plerumque oblongorum vel cylindricorum figura paulisper variat.

Ovaria oblonga, stroma densum praebentia, sacco cutaneo, ostio aperto in cavitatem abdominalem hiante, sunt circumdata. — Tubae Fallopii canales breves, ostio abdominali

amplo fimbria magna cincto munitos, deinde angustos, sinuatos, sacco ovariorum affixos in uteri cornua transeuntes constituunt. Cornua bina uteri satis ampla cum ipso corpore uteri subpyriformi plus minusve lato conjunguntur. In utroque latere canalis urogenitalis canalis mucum secernens conspicitur.

Mamma inguinalis venis largis instructa in utraque papilla aperturas circiter 12 offert.

Testiculi ovales scroto non inclusi, prope annulos abdominales in regione inguinali conspicui, albugineam crassam et corpus Highmori in testiculo dissecto taeniae formam praebens offerunt. Cremaster satis debilis apparet. Tunica vaginalis communis cum cavitate abdominali communicat. Vasa deferentia inter uretherum terminos sita ad prostatae faciei posterioris medium tendunt, quod una cum ductubus excretoriis vesicularum seminalium perforant. — Prostata, ut in *Gliribus* variis, ex utriculis oblongis, glandulosis versus vasa deferentia et ductus excretorios vesicularum seminalium convergentibus, foraminulis numerosis in verumontano ostiola facientibus, componitur. Vesiculae seminales fere elongato-pyriformes, sublobatae, humanis haud dissimiles apparent. — Glandulae Cowperi ovales, subcompressae pone corpora cavernosa penis conspiciuntur. — Penis elongatus, satis longus in *Atelodo bicorni* (Sparrmann, *Acta Petropol. 1779, P. I, hist. nat., p. 64*) crassior, in indico gracilior. Glandis pars apicalis agarico, seu umbraculae apice truncatae, in *indico* graciliori et pedunculo angusto munitae similis apparent. Pone partem apicalem glans plica transversa praeputiali cincta cernitur, sed frenulo caret. In glandis dimidii basalis latere utroque corpus oblongum, plicae simile, telam erectilem praebens, in *Rhinocerote indico* praeterea observavit Owen.

Panniculus carnosus validus e portionibus substantiae musculosae massae tendineae ope conjunctis constat. — Fasciae densae et elasticae sunt.

Musculi, quos in *Rhinocerote sondaico* mihi indagare contigit quosque icone nondum publicato illustrare et specialiter designare tentavi, perissodactylorum labiatorum musculis in universum comparari posse videntur, sed pro corporis mole crassiores apparent.

Pro cavitatis cerebralis parvitate cum corporis ambitu comparata *Rhinocerotides* massam cerebralem parvam possidere jam 1849 in craniologia *Rhinocerotis tichorhini* ostendere studui, Owenius vero 1864 in eximia *Rhinocerotis indici* anatomia ipsius cerebri inspectione luculentius demonstravit. Observante eo *Rhinocerotis indici* cerebrum (sicuti pariter putarem) in universum habitum equini offert, sed $^1/_{164}$ corporis ponderis tantum exhibet. Hemisphaeria breviora, sed latiora et non solum anteriore, sed etiam posteriore parte magis rotundata, gyros latiores, minus tamen numerosos ostendunt. Cerebellum et partes cerebri in universum partibus homologis mammalium ungulatorum similes sunt. Ganglia nervorum olfactoriorum tamen latitudinem et crassitudinem insignem offerunt et arbor vitae cerebelli complicationem minorem quam in *Equis* demonstrat.

Lingua, cui lytta minime deest, antice plana, elongata praeter papillas breves, teneras filiformes, vallatas, eminentiae oblongae longitudinali insertas, tantum possidet.

Cavitas nasalis maxima est. Conchae nasales oblongae, simplices modice revolutae, sicuti conchae ethmoidales deorsum spectantes, equinis similes sunt. Lamina cribrosa foraminibus numerosis est perforata. Cavitates frontales in occiput sunt propagatae. (Br.)

Oculi admodum parvi membrana nictitante obtegi possunt. Bulbus corneam in medio admodum tenuem, et satis parvam chorioideam scleroticae crassae firmiter adhaerentem, tapetum vero nullum ostendit.

Processus ciliares breves lenti crystallinae fere sphaericae facie anteriore parum planae affixae sunt. Iris circularem formam et colorem obscure brunneum offert (L. Thomas) sub conjunctiva usque ad corneae initium et in membranae nictitantis superficie externa pigmentum brunneum, obscurum invenitur.

Auditus organi partis internae structura teste Claudio tapirinae similes.

Rhinocerotes solitarii, bini vel gregibus parum numerosis associati inveniuntur. In universum quidem regiones aquosas velut fluminum et lacuum ripas, et paludes, plantas largiter praebentes, aliis praeferunt non solum pabuli, sitis explendi et balneorum causa, sed quia se in luto volutare amant eoque corium facie externa rigidum, atque saepe rimis dolorosis laborans humectando lenire et contra insectorum impetus tueri tentant. Qua de causa, si aquae penuria exorta est ut eam et lutum inveniant haud raro migrationes longinquas, praecipue inde a crepusculo usque ad solem orientem, suscipiunt. Interdiu vero aut pascuntur aut stantes, aut humi prostrati, in umbra degere amant. — Nutriuntur herbis nec non fruticum et arborum foliis vel teneris ramulis et radicibus, ita ut pabuli reliquiae parvae non solum in intestinis, sed etiam haud raro in dentium molarium eorum coronae detritae cavitatibss inveniantur. Excrementa ut in equis e globulis magnis ex ano amplo ejectis constant. Urinam mares quidem e penis anteriore parte aut deorsum et antrorsum mittunt, aut pene inter pedes posteriores retrorsum curvato subsultim retrorsum protrudunt. In statu quietis, sicuti erectionis irritatione sexuali exorto vero penis antrorsum directus conspicitur.

Feminae mensibus, ut scribunt, septendecim post coitum (a mare feminae insidenti ut suspicatur effectum) praeterlapsis pullum unicum pariunt a matre valde amatum et defensum eique mutuo amore addictum.

Rhinocerotidum oculi satis hebetes quidem apparent, ita ut res longinquas aegre videre dicantur, auditum et olfactum eorum autem acerrimos appellare debemus. Modo dictorum sensuum organorum qualitate et aëris flatus ipsis occurrentis ope enim res valde longinquas, inimicas praecipue, percipere valent.

Statu tranquillo incedentes vel pabulum quaerentes Rhinocerotinas animalibus stupidis et innoxiis adnumerares. Satis facile tamen, e. c. coloris rubri adspectu, irascuntur et tunc indolem tam ferocem, imo immanem, ostendunt ut non solum hominibus, sed etiam leonibus, tigribus et elephantis, nec non congeneribus suis, quibuscum haud raro atrociter dimicant, vigore suo periculosi fiant; idque eo magis quum corporis moles earum cursum velocem haud impediat. Nec tamen desunt exempla *Rhinocerotum*, qui aetate juvenili capti non solum masuefacti, sed adeo ad equitandum et onera ferenda idonei fuerint. Quamquam etiam illud

factum videmus, ut individua juniora mansueta aetate provectiore ferociam insignem ostenderint.

Occiduntur in locis parum apertis dorminentes vel quiescentes vel pabulum carpentes vel bibentes, sclopis igniariis vel hastis, interdum veneno imbutis, vel capiuntur in fossis.

In universum quidem olim singularum specierum habitatio multo magis erat extensa et numerus earum longe major fuit. Nihilominus tamen in Africa ante 27 circiter annos unius anni spatio venatores anglicani duo 89 Rhinocerotes necarunt, tertius venator vero eorum sexaginta occidit.

Specierum viventium et emortuarum mundi antiqui sic dicti osteologia innixi jam Cuvierus et Owenius *Rhinocerotidum* affinitates cum *Palaeotheriis* indicarunt. In *Symbolarum mearum Sirenologicarum Fasciculo II*, Pachydermatum craniologiam comparatam quoque continente, osteologicas *Rhinocerotidum*, viventium praecipue, relationes cum *Sireniis* et aliis *Ungulatis* pariter respexi.

Anno 1877 Marsh in tractatu (*Introduction and succession of vertebrate life in America, an Address*, *Nasville Tenn.* p. 33 sqq.) *Rhinocerotidum* reliquias in America repertas tantum respiciente de stirpe earum quae sequuntur retulit:

In stratis tertiariis formae Tapirinae, *Rhinocerotidibus* cognatae, sed aetate majores, inveniuntur. Pelves lacustres occidentales Americae in stratis eocaenis inferioribus genus tapyroideum *Helates* praebuerunt. Eocaena strata sequentia genus *Hyrachyus*, modo dicto generi valde connatum, continent, *Lophiodontibus* et *Tapiris* affine, quorum antecessores hac ratione, ut videtur, cum *Rhinocerotidibus* cohaerent. *Rhinocerotidum* series in ramos duos sejungebatur. De primo ramo adnotavit: In stratis *Dinoceratinis* superioribus inveniri genus *Colonoceras*, re vera *Hyrachyum* repraesentans, cornuum partium interiorum osseorum rudimentalium pari transverso in ossibus nasi munitum. Addidit deinde, strata miocaena inferiora, versus occidentem montium rupestrium (*Rocky Mountains*) sita, genus *Colonoceras* offere, quod in genus *Diceratherium*, processubus osseis paribus nasalibus, validis instructum, in formatione miocaena superiore bene repraesentatum, transire videtur.

Alter *Rhinocerotidum* Marshii ramus, cujus reliquiae praesertim versus occidentem montium rupestrium (*Rocky Mountains*) sunt repertae, formas processubus osseis nasalibus cornubus destitutas tantum continens, in eocaeno superiore genus *Amynodon*, *Rhinocerotidum* antiquissimum, characteres valde generales offerens, continet. Secundo *Rhinocerotidum* ramo praeterea adscripsit quoque genus miocaenicum *Hyracodon*, quod ab *Hyrachyo* pariter derivavit, nec non genus *Aceratherium*.

Rhinocerotidum rami a Marshio propositi cornuum sic dictorum, processus nasales osseos pares tantum non autem nec cornua genuina, nec fundamenta eorum offerentium, praesentia vel absentia innixi vix tamen ramorum duorum fundamenta tuta praeberent. *Rhinoceros pleuroceros* Duvernoy (= *Aceratherium minus* Kaup) et genus *Dicranotherium* enim *Aceratheriis* nimis propinqua apparent, ita ut *Dicranotheria* pro *Aceratheriis* processubus nasalibus paribus munitis haberi possint.

Huc accedit, quod, praeter genera a Marshio *Rhinocerotidum* stirpis ramis duobus adnumerata, in America detectae sunt aliorum Perissodactylorum labiatorum formae *Rhinocerotidibus* hucusque nondum adscriptae, quae propter cranii, praesertim partis rostralis ejus, figuram generalem, nec non pedum rationem universalem, ex parte omnino ad Elephantidas tendentem, in universum tamen magis *Rhinocerotidibus* quam aliis perissodactylorum familiis vel divisionibus recenter creatis adscribendae esse mihi videntur, nominatim *Dinocerata* et *Brontotherides* Marshii. Cranium enim sine dubitatione characteres principales aliis praeferendos, distinctivos praebet, sic dicta cornua paria eorum vero, quum processus osseos tantum, interdum (in *Dinoceratibus*) dentium caninorum alveolorum continuationem formantes sistant, non cornuum verorum indolem manifestent et praeterea etiam in *Rhinocerotidum* genuinorum (*Aceratheriorum* et *Dicranotheriorum*) ossibus nasalibus, ut supra jam indicavimus, pariter observantur, pro characteribus minoris valoris indoli rhinocerotinae faventibus habenda esse videntur. Vix igitur dubitarem, quin formarum organicarum nexum quantum fieri potest intimum sedulo inquirere studenti arrideret opinio, *Dinocerata* et *Brontotheridas* cranii et processuum parium osseorum ratione *Rhinocerotidibus* subfamiliarum peculiarium titulo omnino adjungi posse, etiamsi processuum dictorum in ossibus maxillaribus et bregmatis conspicuorum enormium adspectus singularem, sed fallacem, efficiat impressionem.

Quae de *Rhinocerotidum* familiae institui studiorum summam facienti visum est eam dentium systematis rationis aut completioris aut incompletioris respectu divisiones duas, Legionum nomine a me designatas, praebere.

Dentium systemate completiore i. e. dentibus caninis semper munitis (*Kynodontum Legionem* nostram formantibus) adnumerarem, subfamiliam *Sphaleroceratinarum* Nob. (*Dinocerata* Marshii), *Brontotherinarum* Nob. (*Brontotheridae* Marshii) et *Palaeotheriodontinarum* Nob. (quarum typum genus *Hyracodon* Leidy) praebuit.

Sphaleroceratinae subfamiliam *Rhinocerotidibus* reliquis primo intuitu magis alienam cranii rhinocerotini formam minus typicam praebentis, paribus tribus processuum osseorum validorum muniti ratione, molaribus tapirinis et pedibus anterioribus penta-, posterioribus tetradactylis magis *elephantinis* quam rhinocerotinis distinctam, quodammodo anomalam, constituunt.

Brontotherinae cranii figura, dentium incisivorum numero et quodammodo molarium figura *Rhinocerotinis* genuinis, pedibus anterioribus tetra-, posterioribus tridactylis *Aceratheriis* nominatim similes, processuum osseorum pari unico in maxilla superiore tantum conspicuo non solum ab his et a *Sphaleroceratinis*, sed a *Rhinocerotinis* genuinis differunt, etiamsi hisce multo magis quam *Sphaleroceratinae* similes videantur. *Palaeotheriodontinae* a *Rhinocerotinis* genuinis dentium caninorum praesentia et incisivorum numero majore ($\frac{6}{6}$), diversae, cranii ecornis figura generali (exceptis intermaxillaribus processum nasalem sursum emittentibus) et molarium structura generi *Aceratherium* affines apparent, ad *Rhinocerotinas* genuinas igitur tendunt.

Rhinocerotidum Legionem secundam (*Akynodontum*) dentium systemate incompleto

munitam, nominatim dentium caninorum defectu et incisivis numero minoribus $\frac{4}{4}$ ex parte vel prorsus abortientibus distinctam, Subfamiliam quartam nostram, *Rhinocerotinas* genuinas amplectentem a genere *Aceratherium* incipere possumus.

Genus *Aceratherium* exstinctum cornuum e substantia cornea formatorum defectu et pedibus anterioribus tetradactylis a *Rhinocerotinis* cornutis recedit. Generi *Aceratherium* Kaup genus *Diceratherium* Marsh valde connatum et processubus nasalibus osseis paribus tantum distinctum fuisse supra jam innuimus.

Ad *Aceratheria*, e *Rhinocerotinarum* specierum cornu nasali unico munitarum numero, propter feminas cornu semper carentes, propius accederet *Rhinoceros inermis* Lessonii, *Rhinoceroti sondaico* longe affinior quam indico seu unicorni, imo pro varietate *sondaici* habitus.

Rhinocerotinae bicornes in genera duo dividi possunt: in *Ceratorhinos* Grayi et *Dihoplos* Nob. *Ceratorhini*, *Ceratorhino sumatrensi*, ?*lasyotide* Sclater et, ut mihi videtur, *cucullato* Nob. repraesentati ossibus nasalibus acuminatis (in *cucullato* omnino nondum observatis) nec non trunco plicato propius ad *Rhinocerotinas* unicornes, praesertim *Ceratorhini cucullati* ratione, tendunt. Genus exstinctum *Dihoplos* contra dentibus incisivis evolutis *Ceratorhinis*, ossibus nasalibus dilatatis margine anteriore rotundatis *Atelodis* affinius fuit. *Atelodi*, dentibus incisivis abortivis et ossibus nasalibus latis, crassis distincti seriem specierum bicornium peculiarem, in subgenera quatuor a me divisarum, offerunt. Species septo narium cartilagineo instructae earum, sicuti viventes africanae (*Atelodus bicornis* et *simus*), mandibulae symphyseos processus parvitate distinguuntur, quare Subgenus *Colobognathus* formare posse videntur. *Colodorum* subgenus cranii ratione characteres ex parte in *Atelodo simo* et *bicorni* obvios ex parte vero proprios, nominatim marginem ossium nasalium anteriorem integerrimum et mandibulae symphyseos processum sublaminaeformem offert. Tertium Subgenus (*Mesorhinoceros*) formam inter Subgenera modo commemorata et Subgenus *Tichorhinus* quodammodo mediam sistit, pedum ossibus longioribus diversam, septi narium cavitatis cartilaginei praesentia *Colobognathis* et *Colodis*, narium aperturarum oblongarum, humiliorum forma et processu mandibulae laminam repraesentante vero *Tichorhinis* affinem, qui septo narium osseo incompleto (in *Atelodo Merckii*) vel completo (in *Atelodo antiquitatis*) et praeterea, quantum e specie modo dicta concluderes, corpore pilis densissimis jubam formantibus obsesso a reliquis *Rhinocerotidibus* supra commemoratis recedunt.

Genus *Elasmotherium*, cujus cranium integrum nuper in gubernio Astrachan repertum a me accuratius consideratum et mox fusius describendum non solum characteribus generalibus longe pluribus *Rhinocerotidum* familiam in memoriam revocat, sed partis cranii cerebralis et mandibulae figura, porro septi narium ossei completi praesentia, nec non dentibus incisivis *Rhinocerotidum tichorhinarum* structuram exhibet. *Elasmotheriorum* genus igitur *Tichorhinis* adjungi posset nisi partis cranii rostralis, praesertim nasalis figura aliena, eminentia frontalis aspera maxima (ut videtur olim cornigera) praecipue vero molarium equinis similium maxima diversitas tali opinioni contradicerent. Qua de causa *Elasmotheria* subfamiliae *Rhinocerotidum* propriae *Hippodontinarum* nomine inserenda esse putavi.

Quod ad relationes *Rhinocerotidum* cum aliis *Ungulatorum* familiis attinet, *Palaeotheria* molarium figura deinde *Palaeotherium curtum* praeterea et *Hyracodon* cranii forma generali generi *Aceratherium* simili primum affinitatis locum occupasse videntur, ita ut jam Owenius *Palaeotherides* pro *Rhinocerotidum* antetypis habuerit. Affinitas earum vero cum *Palaeotheridibus* tanto major apparet, si consideramus genus *Hyracodon* dentium incisivorum numero et caninorum praesentia quoque *Palaeotheriis* simile fuisse. Putarem tamen, quum *Rhinocerotides* animalia labiata sint, *Palaeotheria* vero, nonnulla saltem, sicuti *Palaeotherium magnum*, propter ossium nasalium brevitatem et narium aperturam amplam proboscidea fuisse *Palaeotherium curtum* vero propter ossa nasalia longiora et narium aperturam breviorem, minus amplam proboscidem admodum parvam tantum forsan possedisse et speciem *Rhinocerotidibus* forsan magis connatam formasse.

De *Rhinocerotidum* cum *Palaeotheridibus* nexu Marshius prorsus tacuit, quamquam genus *Hyracodon* a Leidyo et Marshio *Rhinocerotidibus* adnumeratum, ut pariter innuimus, affinitatem haud negandam cum *Palaeotheriis* obtulit.

E divisionum variarum jam supra *Rhinocerotidum* familiae adnumeratarum consideratione apparet me pro tempore pariter duos ejus typos seu ramos, sed alio modo quam a Marshio constitutos, nominatim dentium systematis ratione fundatas, Legionum titulo accipere. Legionem scilicet *Kynodontinam*, dentibus caninis munitam, olim in America, quantum hucusque scimus, ut videtur, praevalentem, prorsus emortuam, deinde vero Legionem *Akynodontinam* caninis semper carentem, in orbis terrarum parte sic dicta antiqua hucusque saltem potiorem, species plures adhuc viventes praebentem, olim vero etiam alias emortuas satis numerosas, ossium earum reliquiis plerumque nunc innixas continentem. *Kynodontinae*, ex parte ad *Tapirides*, ex parte ad *Palaeotherides* et *Rhinocerotinàs* genuinas vel ad *Coryphodontes* tendentes subfamilias tres (*Sphaleroceratinas*, *Brontotherinas* et *Palaeotheriodontinas*) characteribus commodis distinctas formantes, seriem satis continuam genericam haud obtulerunt eoque ab *Akynodontinis* differebant. Subfamilia *Sphaleroceratinarum* (Ordo *Dinocerata* Marshii) cranii parte rostrali et processubus osseis supranasalibus paribus aperto *Rhinocerotinis* (*Dicranotheriis*) similes, cerebro admodum parvo animalia valde antiqua indicante, molaribus tapirinis, caninis superioribus maximis, praeter processuum osseorum supranasalium pare etiam processuum osseorum maxillarium et ossium bregmatis pare, nec non pedibus anterioribus pentadactylis posterioribus tetradactylis distinctae, ut putarem, propter cranii formam *Rhinocerotidum* eocaenarum typum mixtum constituerent, de cujus origine ex aliis formis primitivis aut transitu in alias nihil constat, quae enim Marshius (*Adress p. 30*) de eo suspicat satis hypothetica esse videntur, quum reliquiae rem exactius comprobantes hucusque desiderentur.

Brontotherinis (*Brontotheridibus* Marshii) miocaenis cranii figura generali, porro incisivorum et quodammodo etiam molarium nec non pedum ratione *Aceratheriis* similibus, caninorum et processuum supramaxillarium paris unius praesentia a *Dinoceratibus* et *Rhinocerotinis* diversis originis primitivae vestigia certa pariter nondum concederem, etiamsi

Marshius (*Adress p. 35*) genera eocaena *Diplacodon* et *Palaeosyops*, propter dentes et alios characteres haud enumeratos, *Brontotheridibus* suis appropinquavit.

Palaeotheriodontinae miocaenae *Rhinocerotinarum ecornium* cranium et molares possidentes cranii ratione nec non dentium numero et figura *Palaeotheridibus* eocaenis quibusdam ita similes apparent, ut ab iis, utpote aetate majoribus, hypothetice derivari possent, etiamsi documenta talem hypothesin exactius confirmantia adhuc desint.

De *Akynodontinarum* Legionis, specialiter a me disquisitae, membrorum origine pro tempore tacerem. Varia ejus genera omnino primo intuitu evolutionis seriem satis continuam exhibere videntur, sed specierum earum structura talis est, ut ex affinitate singularum formae intermediae haud prodeant, quae pro certo ab aliis derivari possunt, vel aliis originem debent. Conjici omnino posset, *Atelodum pachygnathum* characteres et *Atelodi bicornis* et *simi* praebentem formam antiquam paternam eorum forsan fuisse, nisi notae aliae in *Atelodis* modo dictis non conspicuae, tali opinioni contradicerent. *Rhinocerotem inermem*, cujus mares tantum cornuti sunt, ita ut eo ad *Aceratheria* tendat, pro transitus forma, quae *Rhinocerotibus* in utroque sexu unicornibus originem dedit, pariter nondum haberem. Nihilominus tamen, quod ad *Rhinocerotidum* specierum originem attinet, hoc loco in memoriam eo magis revocanda erunt, quae Marshius (cf. supra) de generum *Amynodon*, *Hyrachius*, *Hyracodon*, *Colonoceras*, *Diceratherium* et *Aceratherium* relationibus mutuis, nec non de eorum aetate et origine notavit, quum inde forsan sequeretur, *Rhinocerotidum* genuinarum formas ex parte saltem jam in periodo eocaena vixisse, non autem in miocaena demum esse exortas.

Rhinocerotidum specierum propositarum numerus maximus est, sed quod ad quantitatem attinet, exactius nondum definiri potest, emortuarum earum enim plurimae reliquiis mancis et paucis nituntur generum et specierum exactas definitiones haud offerentibus. Imo adeo specierum adhuc viventium numerus paulisper vacillat. In universum tamen accipiendum erit subfamiliarum, generum et specierum emortuarum numerum longe majorem fuisse quam nunc viventium.

Formae variae olim inde a regionibus maxime borealibus Asiae, quum plus minusve calidae erant, usque ad austrum extremum Europae, Asiae et Africae vixerunt, recentiore demum tempore etiam in Americae dimidio boreali, minime vero in Australia *Rhinocerotidum* reliquiae largae inveniebantur, ita quidem ut in universum pro tempore saltem diceres in orbis terrarum parte sic dicta antiqua hucusque tantum, praeter species plures adhuc viventes, emortuarum olim pariter plures exstitisse, quarum reliquiae in stratis miocaenis, pliocaenis et diluvialibus inveniebantur et, sicuti species viventes, *Akynodontum* Legionis subfamiliis duabus (*Rhinocerotinis* et *Hippodontinis*) tantum hucusque adscribendae esse videntur.

In Asia australi et insulis sondaicis, quantum hucusque constat, e *Rhinocerotinarum* viventium Sectione Unicornium inveniuntur *Rhinoceros indicus*, *sondaicus* et sic dictus *inermis*, e Sectione Bicornium earum vero *Ceratorhinus sumatranus* et *cucullatus* nec non for-

san etiam *lasiotis* sunt observati; Africa vero e bicornium sectione *Atelodum bicornem* et *simum* obtulit.

Ut sceletorum reliquiae in stratis miocaenis et junioribus repertae demonstrant, Europa e *Rhinocerotinarum* subfamilia olim nutrivit quae sequuntur genera et species. Genus *Aceratherium* (in America boreali quoque olim repraesentatum) cum speciebus europaeis *Aceratherium incisivum*, *minutum* et ?*Goldfussii*, porro genus *Dihoplos* (inter genus *Ceratorhinus* et *Atelodus* intermedium) cum *Dihoplo Schleiermacheri* et forsan *sansaniensi*, deinde generis *Atelodus* subgenus *Colodus* cum specie *Atelodus pachygnathus*, denique generis *Atelodus* subgenus *Mesorhinoceros* Nob. cum specie *Atelodus leptorhinus* Cuv. Asia borealis et serius etiam Europa praebuit praeterea *Atelodum* (*Tichorhinum*) *antiquitatis* et *Atelodum* (*Tichorhinum*) *Merckii*.

In stratis miocaenis Asiae australis ceterum, quod notandum esse videtur, *Rhinocerotis indici* et *Ceratorhini sumatrani* reliquiae a Falconero propriis speciebus vindicatae sunt detectae, e quibus concluderes species dictas eodem tempore in Asia vixisse, quo species emortuae enumeratae in Europa calidiore ut videtur inveniebantur. Subgeneris *Tichorhini* species, ex Asia in Europam transmigratae, pariter ex parte adhuc cum speciebus, quae olim ipsis ibi antecesserunt, vitam degisse vix dubitandum esse videtur.

Praeter *Rhinocerotinas* in Asiae dimidio boreali et in Europa olim vixit quoque genus *Elasmotherium*, *Hippodontinarum* subfamiliae typum constituens.

Rhinocerotides, quarum reliquiae numerosissimae ad formas diversas, imo singulares, ex parte spectantes, inde a stratis eocaenis ad pliocaena usque in America boreali temporibus recentioribus sunt detectae, non solum ad species *Akynodontum*, sed magna, imo forsan maxima ex parte, *Kynodontum* Legioni sunt adnumerandae. In universum tamen *Rhinocerotidum* Fauna americana non solum ambarum *Legionum* nominatarum praesentia, sed etiam subfamiliarum propriarum numero majore (ternario) et generibus quibusdam alienis a *Fauna rhinocerotina asiatico-europaea* distinguebatur.

Legioni *Kynodontum* americanarum adnumerarem subfamiliam *Sphaleroceratinarum* Nob. (*Dinocerata* Marshii), subfamiliam *Brontotherinarum* (*Brontotherides* Marshii) et subfamiliam *Palaeotheriodontinarum* Nob. *Akynodontum* generibus in America repertis pro certo tantum *Aceratheria* et *Diceratheria* adscriberem, reliquiae americanae mancae enim generi *Rhinoceros* adscriptae (cf. infra *Appendicem III A*) locum ipsis in systemate datum nondum satis demonstrare videntur.

Quum subgenus, *Tichorhinorum Rhinocerotem* seu *Atelodum antiquitatis* et *Merckii* amplectens, sicuti *Elephanti mamontei* in Asia boreali cum animalibus etiam in America boreali observandis (*Bobus moschatis*, *Bisontibus*, *Alcibus*, *Tarandis* etc.) vixerunt, conjici forsan possit mammalibus nominatis in America quoque forsan olim associatos fuisse *Tichorhinos*, imo fortasse cum *Elasmotheriis*. Addendum praeterea videtur secundum Marshium *Rhinocerotides* Americam olim habitantes omnes jam in periodi pliocaenae decursu

prorsus emortuas esse, quod, ut notum, nec de asiaticis et europaeis adhuc viventibus, nec de emortuis pluribus, e. c. non de *Tichorhinis* et *Elasmotheriis* valet.

Tapiros cranii cum *Palaeotheriis* similitudine et ex parte, sicuti *Dinocerata*, molarium figura, nec non propter *Rhinocerotidum Kynodontium* dentium systema completius, affinitate cum *Rhinocerotidibus* haud carere nemo negaret, etiamsi Perissodactylis proboscideis non labiatis (sicuti *Rhinocerotides*) sint adnumerandi.

Hyracides proboscidis defectu, porro structura generali externa, molarium figura, pedibus unguibus brevibus munitis, quodammodo etiam dentibus incisivis mandibularibus binis in *Rhinocerotinis* adultis nonnullis tantum restantibus affinitatem cum *Rhinocerotidibus* praebent, minime vero talem, qualem antea ipsis tribuerunt, quum habitu generali, notis pluribus et vitae genere cum *Gliribus* conveniant, quare familiae propriae originis peculiaris antiquissimae sint adnumerandae (cf. J. F. Brandt, *Untersuchungen der Gattung Hyrax. Mém. d. l'Acad. Imp. d. Sc. d. St.-Pétersbourg, 1869, T. XIV, No. 2*).

Rhinocerotidum cum *Equidis*, Ungulata labiis pariter instructa repraesentantibus, affinitatem cranii partis rostralis et nasalis similitudo, in *Rhinocerotidibus* ecornibus quibusdam (*Hyracodontibus*) praesertim conspicua, deinde molares *Elasmotherii* equinis similes demonstrarent. Proboscidis defectu, corpore et pedibus torosis, nec non ex parte vitae genere *Hippopotami Rhinocerotidibus* appropinquantur. In *Suidum* cranio ceterum nonnulli minoris momenti characteres inveniuntur *Rhinocerotides* quodammodo in memoriam revocantes.

De *Rhinocerotidum* aetate et origine varia notavit Marsh praesertim in tractatu *Vertebrate life in America* (*Address*) *Nashville, 1877, p. 29—35.*

Loco laudato p. 29 *Coryphodontidum* familiam, cujus reliquiae in formatione eocaena inferiore sunt repertae, propter parvitatem cerebri, Reptilium similem, et pedes pentadactylos typum primitivum Perissodactylorum fuisse putat, cui reliquae divisiones eorum (igitur *Rhinocerotides* etiam) originem debent; praeterea vero etiam nexum quendam *Coryphodontidum* cum *Dinoceratibus* suis, ordini peculiari adscriptis, secundum meam sententiam *Rhinocerotidibus* adjungendis admitteret (ib. p. 33).

Alio loco Marshius genus *Amynodon*, cujus reliquiae in stratis eocaenis superioribus inventae, ut putat, ad genus miocaenum *Hyracodon* et antecessorem ejus genus *Hyrachium* tendunt, *Rhinocerotidum* formam antiquissimam hucusque cognitam esse refert. — Ex eo sequeretur eum *Rhinocerotides* dentium systemate completiore munitas (i. e. dentes caninos possidentes) pro formis antiquissimis habuisse. Notandum praeterea adhuc esse videtur secundum Marshium in stratis miocaenis mediis (Dinoceras beds) genus *Colonoceras* occurrere, a genere *Hyrachius* processuum osseorum pare supra ossa nasalia conspicuo tantum distinctum; ipsum vero genus *Colonoceras* in stratis miocaenis superioribus in genus *Diceratherium*, ut ei videtur, transire, qui quidem transitus tutius comprobatus, ut putarem, haud parvi esset valoris, genus *Diceratherium* enim proxime accedit ad genus *Aceratherium* caninorum defectu et incisivorum, inferiorum saltem, ratione.

CAPUT II.

Rhinocerotidum familiae divisionum, subfamiliarum generum et specierum enumeratio.

LEGIO I.

Kynodontes[1]).

Non solum dentibus incisivis et molaribus, sed etiam caninis instructae. Cornua vera nulla, in ossibus nasi tamen vel in maxillis superioribus vel in his et in ossibus bregmatis processus ossei per paria situ transverso dispositi in pluribus inveniuntur cornua quodammodo aemulantes vel rectius simulantes. Quantum e reliquiis in America boreali repertis, sceletorum variis partibus, nominatim etiam craniis et dentibus, concludi potest orbis terrarum partem dictam olim habitarunt perissodactylorum subfamiliae peculiares tres mundo antiquo hucusque saltem haud tribuendae, quae ob cranii figuram generalem minus vel plus rhinocerotinae similem *Rhinocerotidum* sectioni propriae dentibus caninis distinctae adscribendae esse videntur. Forma generali dentium systematis earum plures (*Palaeotheriodontinae* nostrae) *Palaeotheridibus* appropinquabantur.

Subfamilia I.

Sphaleroceratinae Nob.[2])

Ordo *Dinocerea* Marsh 1872, *Dinocerata* ejusdem 1873.

Genus Dinoceras Marsh. *Amer. Journ. Sc., IV, 1872, p. 343 et 344.*

Dinocerata Marsh. *Amer. Journ. sc. 1873, Vol. V, p. 117. c. figuris cranii, Pl. I, II.* — Marsh, *Additional Observations, ib. p. 293, ib. p. 408. — Id. ib. Vol. VI (1873), p. 300.* — Marsh, *Principal characters of Dinocerata, Amer. Journ., Vol XI, 1876, p. 163, Pl. II—VI (Cranium, Molares, Cerebri ectypus, Mandibula, Pedes). (Mitgeth. Journ. f. Miner. 1876, p. 780.)* — Gervais, *Journal de Zoologie, T. II, p. 161.* — Owen, *Amer. Journ., Vol. XI, 1876, p. 401.*

---

1) *Kynodontes* i. e. dentibus caninis intructae à κύων, νος canis et ὄδους, όντος dens.

2) Nomen *Sphaleroceratinae* derivatum a σφαλερὸς fallax et κέρας cornu, ob processus osseos in ossibus nasi, maxillis et in ossibus bregmatis obvios, cornua tantum simulantes non revera repraesentantes, subfamiliae tribuebatur.

Character essentialis.

Cranium in universum, praesertim parte faciali, rhinocerotinum, sed processuum osseorum paribus transversis tribus (non cornubus) uno pare, minore, in naso, altero, majore, in maxillis, tertio, maximo, in ossium bregmatis lateribus, munitum. In mandibula e rami utriusque lateris externae faciei anteriore parte lamina magna, ossea, deorsum directa emergit. Dentes incisivi superiores haud observati, inferiores 6. Canini superiores maximi, acutissimi, curvati. Molares satis parvi tapirinis similes. Pedes anteriores pentadactyli, posteriores tetradactyli cum hallucis rudimento.

Character generalis.

Cranii oblongi figura singularis, nihilominus tamen formam in *Rhinocerotidibus* conspicuam magis in memoriam revocans. Pars facialis ejus nominatim in universum *Aceratheriorum* haud dissimilis. In parte apicali ossium nasalium valde longorum, ut in *Aceratherio minuto*, tuberculorum rotundatorum, osseorum par, situm transversum praebens, observatur. In utriusque maxillae superioris validae, magnae, superiore parte supra dentem caninum processus osseus conicus, ad radicem ejus excipiendam basi excavatus invenitur. E cujusvis ossis parietalis magni latere crista ossea maxima in margine superiore processum semiovalem, compressum offerens, sursum et extrorsum directa emergit, cornui vix aequiparanda, olim ut tubercula nasalia et processus supramaxillares, quos processubus similibus in *Sue larvato* obviis compararem, verisimiliter cute, non substantia cornea, obtecta. Quare nec de cornubus per paria transversim in ossibus frontalibus obviis dispositis *Ruminantium*, similibus, nec de cornubus veris in universum sermo esse potest, ut jam putavit Owen. *Dinocerata* igitur rectius *Sphaceloceratinae* appellari posse videntur. Ossa frontalia admodum brevia, processu postorbitali destituta. Arcus orbitalis postice haud clausus. Orbitae postice apertae, satis magnae. Narium apertura ut in *Rhinocerotidibus* veris formata, sed brevior et minor. Arcus zygomatici magis deorsum quam in *Rhinocerotibus* curvati minusque validi quam in his. Processus zygomaticus ossis temporum tapirino similis. Processus postglenoidalis crassus, tapirino similis. Occiput supra tetragonum. Crista occipitalis insignis in medio prominens. — Ossa incisiva referente Marshio edentata[1]) partem anteriorem (seu inferiorem) subconicam, humilem, introrsum directam, antice liberam et posteriorem sursum adscendentem, supra latiorem, postice ante canini alveolum cum maxilla, supra cum osse nasali conjunctam, antice emarginatam et aperturam nasalem *Rhinocerotidum* similem, quam in *Aceratheriis* minorem, postice terminantem, offerunt. Canini superiores longissimi, conici, modice curvati, apice acuti. Pone caninos diastema mediocre. Molares maxillares cranii ratione parvi. Coronae singulorum eorum cristas binas transversas, parte

1) Marshius quidem iis dentes incisivos superiores nullos tribuit; putares tamen incisivos cito deciduos, ut in pluribus *Rhinocerotinis*, fuisse.

externa sejunctas, fere ut in *Tapiris*, praebent. Praemolares in utroque latere 3, molares pariter 3, quorum ultimus reliquis major.

Mandibula in universum quidem rhinocerotinae comparari potest, valde tamen ab ea differt processu maximo, rotundato, pone symphyseos processum utroque latere e ramo deorsum tendente et extrorsum prominente, nec non processu condyloideo humilius inserto, a coronoideo valde superato. Incisivi mandibulae 6 contigui parvi, antrorsum directi. Canini mandibulae incisivis approximati, parvi. Mandibulae molares, quorum posterior major, coronam cristis transversis munitam pariter offerunt. Cavitas cerebralis minima. Cerebrum admodum parvum, pro corporis mole multo minus quam in aliis mammalibus viventibus, Reptilium nonnullorum quodammodo comparabile, in universum tamen *Marsupialium* paulo similius quam aliorum mammalium.

Lobi olfactorii maximi. Hemisphaeria parva, antice valde angustata, gyrata.

Vertebrae, costae, scapulae, pelvis et pedum ossa in universum quidem typum perissodactylorum, sed magis elephantinum ostendunt, praeterea vero etiam ab hoc notis variis recedunt. Femora e. c. causa breviora quam in *Elephantis* et ossa metatarsi metacarpinis breviora fuerunt. — Pedum elephantinis similium anteriores digitos quinque, posteriores vero quatuor cum hallucis rudimento obtulerunt.

Sphaleroceratinae cerebri figura et parvitate insigni, processubus osseis, pro cornubus haud habendis, per paria tria transversim ita dispositis, ut parium minus ex ossium nasalium apice, secundum seu medium e maxillis, tertium maximum vero ex ossibus bregmatis emergat, sicuti processubus osseis infra rotundatis, magnis, e mandibulae ramorum lateris externi anteriore dimidio prodeuntibus, nec non mandibulae processu condyloideo coronoideo multo humilius conspicuo a reliquis perissodactylis hucusque notis distingui possunt.

Cranii structura generali externa, praesertim partis facialis ratione, ossibus nasalibus elongatis et aperturae nasalis figura, nec non mandibulae forma generali *Sphaleroceratinae Rhinocerotidibus* genuinis, processubus supranasalibus osseis paribus *Aceratherio minuto*, *Diceratheriis* et *Brontotherinis*, incisivis superioribus (verisimiliter tantum in adultis) deficientibus *Rhinocerotibus Colobodontibus* nostris, incisivis inferioribus senis, caninorum praesentia et ossium incisivorum posteriore parte cum ossibus nasalibus conjuncta *Rhinocerotidibus Palaeotheriodontinis* nostris similes apparent. Caninorum superiorum magnitudine *Sphaleroceratinas Moschis* et *Suibus* larvatis compararem. Molarium ratione *Tapiridibus*, trunci et extremitatum ossium ratione *Sphaleroceratinae* magis *Elephantidibus* et forsan *Coryphodontibus*, quam *Rhinocerotidibus* affines fuisse supra jam notavimus. Quae de affinitatibus craniologicis satis numerosis respectu dignis cum *Rhinocerotidibus* sunt observata reputans, *Dinocerata* pro *Rhinocerotidibus* quodammodo anomalis, ad alia perissodactyla (*Tapirides*, *Elephantides* et *Coryphodontes*) quibusdam notis tendentibus, haberem et nec ordini nec familiae, sed *Rhinocerotidum* subfamiliae, *Brontotherinis* ex parte connatae, pro tempore saltem adscriberem.

Marshius illustrissimus, omnino (*Vertebrate life in America*, *Adress p. 30*) *Dinocera-*

tum suorum affinitatem cum *Rhinocerotidibus* haud denegandam non considerans, propter processuum osseorum (non cornuum) paria tria, in *Aceratheriis* et *Diceratheriis* quoque pare unico indicata, porro ob caninos superiores grandes, cerebrum, quam in aliis mammalibus minus, et pedes breves, quorum anteriores sunt pentadactyli, *Elephantidum* et forsan etiam *Coryphodontum* similes, *Dinocerata* i. e. *Sphaleroceratinas* ordini peculiari vindicavit.

Sphaleroceratinae, quarum reliquias frequentissimas strata eocaena media in regionibus versus occidentem a montibus Rocky Mountains dictis sita praebuerunt, secundum Marshium animalia vasta *Elephantorum* magnitudine repraesentarunt, quae in periodo eocaena tantum vixerunt et successores nullos reliquerunt, nisi *Proboscidea* pro formis admodum mutatis eorum sunt habenda, quod autem accuratius adhuc, ut mihi videtur, eo magis erit probandum, quum connexum earum cum *Coryphodontibus*, quantum scio, satis imperfecte cognitis, magis probabilem esse addiderit.

Genera *Dinoceratum* suorum Marsh quae sequuntur proposuit:

Genus I. Tinoceras Marsh (1872).

Eobasileus Cope et *Loxolophodon* Cope teste Marsh.

Spec. 1. **Tinoceras anceps** Marsh, *Amer. Journ. sc., Vol. IV (1872), p. 322.*
Titanotherium ? anceps Marsh, *ib., Vol. II (1871), p. 35.*

Spec. 2. **Tinoceras grandis** Marsh, *ib., Vol. IV (1872), p. 322. — Eobasileus cornutus* Cope teste Marsh, *ib., Vol. V (1873), p. 294—96.*

Genus II. Dinoceras Marsh (1872).

Spec. 1. **Dinoceras mirabilis** Marsh, *Amer. Journ. sc., Vol. IV (1872), p. 344.*

Spec. 2. **Dinoceras lacustris** Marsh, *ib., p. 344.*

?Spec. 3. **Dinoceras lucaris** Marsh, *ib., Vol. V (1873), p. 408.*

Observ. Marsh loco modo laudato et *Vertebrate life in America, Addresse p. 30*, generibus *Dinoceratum* commemoratis adnumeraret quoque genus *Uintatherium* a Leidyo propositum.

Subfamiliarum *Legionis Kynodontum* generum et specierum nomina plerumque tantum afferre studui, quia materiae literariae et icones ad generum et specierum accuratiorem cognitionem necessaria adhuc desiderari posse videntur.

Subfamilia II.

Brontotherinae Nob.

Familia Brontotheridae Marsh.

Brontotheridae Marsh *Brontotherium gigas* Gen. et spec. nov. *Amer. Journ. scienc. and arts, Vol. V, 1873, p. 486. — Brontotheridae* Marsh. *Stucture and affinities, ib.,*

Vol. VII, 1874, p. 81. With 2 pl., Cran. — Marsh, *ib., Vol. IX, p. 245.* — *Brontotheridae Principal characters* Marsh, *ib., Vol. XI, 1876, p. 335. Cranium, Pl. X, Molares, Pl. XI, Cerebri ectypus, Pl. XII, Mandibula, Pl. XIII, Pedes.*

Character essentialis.

Cranium sensu strictiori rhinocerotinum processus osseos binos insignes cornubus tantum similes e maxillae superioris utroque latere prodeuntes (plerumque?) offert. Vertex cranii crista ossea haud circumdatus. Mandibula rhinocerotinae et palaeotherinae simillima. Dentes incisivi supra infraque quatuor. Canini parvi. Molares magni, quantum scimus typum palaeotherinum et rhinocerotinum aemulantes. Pedes anteriores ut in *Aceratheriis* tetradactyli, posteriores tridactyli.

Character generalis.

Cranium in universum typum rhinocerotini exhibet, distinguitur tamen partis nasalis magnitudine minore, ossibus frontalibus antice valde dilatatis, etiam in dimidio suo posteriore, supra fortiter depressis, ossium bregmatis anteriore parte paulo latioribus, processubus osseis binis conico-compressis, maximis, intus cellulosis nec cornua vera, nec eorum radices repraesentantibus, quorum singulus e maxillae utriusque superioris latere prodit et primum quidem sursum, deinde vero extrorsum dirigitur, porro arcubus zygomaticis magis extrorsum curvatis, in media et posteriore parte altioribus, in anteriore humilioribus. Mandibula formam in Rhinocerotibus genuinis et *Palaeotheridibus* obviam ostendit.

Cerebrum secundum ectypi figuram rhinocerotino simile, parte anteriore quidem angustius, multo latius tamen quam in genere *Dinoceras* lobisque olfactoriis minoribus, ut videtur, instructum fuit.

Dentium formulam Marsh hoc modo proposuit:

Incisivi $\frac{2}{2}$, canini $\frac{1}{1}$, praemolares $\frac{4}{3}$, molares $\frac{3}{3}$, (i. e. in utroque latere) = 38.

Incisivi superiores valde angusti, inferiores parvi, parum utiles, symphysi propiores eorum disjuncti, saepe evanidi. Canini superiores breves, validi, praemolaribus approximati, inferiores mediocres, a molaribus diastemate brevi sejuncti.

Molares, quantum ex observationibus et figuris Marshii concluderes, in universum quidem typum in *Palaeotheridibus* atque *Rhinocerotidibus* conspicuum, sed ad *Chalicotheriorum* tendentem possedisse videntur. Molarium superiorum ultimus vero in *Brontotherinis*, ut figura Marshii docet, coronam tetragonam *Palaeotheridum*, non autem trigonam *Rhinocerotinarum* ostendisse videtur. Molarium superiorum coronae facies tritoria pariter magis palaeotherinae et chalicotherinae quam rhinocerotinae similis fuisse videtur. *Brontotherinarum* molares ceterum *Sphaleroceratinarum* molares magnitudine superabant.

Collum validum mediocrem longitudinem praebuit. Vertebrae cervicales et dorsalium plurimae distincte opistocoelae fuerunt. Atlantis sensu tranverso valde dilatati processus transversi foraminibus vasculosis vertebralibus carebant.

Vertebrae dorsales majorem magnitudinem lumbaribus, caudales caudam graciliorem indicarunt.

Extremitates medium inter elephantinas et rhinocerotinas tenent. Scapula lata spinam prominentem, sed processum coracoideum parvum possidet. Humerus validus tuberculum majus supra caput extensum ostendit. Olecrani dorsum condylare elephantino simile. Radius validus ab ulna sejunctus conspicitur. Olecranum valde compressum partem inferiorem rhinocerotina minorem praebet. Ossa carpi rhinocerotinis breviora digitos quatuor completos, magnitudine parum diversos, offerunt, rhinocerotinis in universum similes.

Pelvis latissimus. Femur saepe trochanterem tertium et fossam magnam ligamento tereti destinatam offert. Patella elongata postice carina verticali munita est. Tibia robusta, a fibula angustiore sejuncta, spinam distinctam praebet. Astragalus a rhinocerotino brevitate majore, fossa superiore obliquiore et facie cuboidea majore differt. Pedes postici ut in *Rhinocerotinis* genuinis tridactyli, sed digitis fere aequalibus muniti conspiciuntur.

Secundum Marshium *Brontotheridae* (generibus eocaenis *Limnohyus*, *Palaeosyops* et *Diplacodon* plus minusve affines) animalia vasta *Elephantos* fere magnitudine aequantia, sed pedibus brevioribus et forsan (quod propter cranii partem nasalem rhinocerotinae similem haud admitterem) ut *Tapiri*, naso mobili instructa fuerunt, quorum reliquiae inde a Montibus rupestribus (Rocky Mountains) orientem versus in stratis miocaenis infimis Dakotae, Nebraskae, Wyoming et Colorado hucusque sunt detectae. Putat praeterea Marshius (*Adress of vertebrate life in America Nasville, 1877, p. 35*) genus *Chalicotherium* forsan e *Brontotheridibus* originem duxisse, quod accuratius probandum esse videtur. Addit quoque: ex eo, quod genus *Chalicotherium* non solum in America occidentali, sed etiam in Asia (China, India) nec non in Europa (Graecia, Germania, Gallia) est detectum, derivari posse viam, cujus ope animalia exstincta Americae in sic dictum mundum antiquum transire potuerunt. Ex affinitatum numero satis magno, quem *Brontotherinae* cum *Rhinocerotibus* offerunt, pedes tantum l. l. affert.

Equidem *Brontotherinas* in universum pro formis *Rhinocerotinis*, nominatim *Aceratheriis* similibus, sed caninorum sicuti processuum osseorum maxillarium paris praesentia distinctis haberem.

Brontotherinarum genera ab eo l. l. 1876 quatuor, quae sequuntur, sunt proposita:

Genus I. Menodus Pomel (1849), Titanotherium Leidy (1852).

Spec. 1. **Menodus Proutii** Pom.

Genus II. Megacerops Leidy (*Megaceratops* Cope et *Symborodon* Cope e. p.).

Spec. 1. **Megacerops coloradensis** Leidy.

Genus III. Brontotherium Marsh (*Symborodon* Cope e. p. nec non *Miobasileus* Cope).

Spec. 1. **Brontotherium gigas** Marsh.

Genus IV. Diconodon Marsh (*Anisacodon* Marsh).

Spec. 1. **Diconodon montanus** Marsh.

Annotavit ceterum Marshius genus ecorne eocaenicum *Diplacodon* Marsh (cf. *Amer. Journ. IX., 1875, p. 246*), minoris magnitudinis specimina praebens, dentium et sceleti ratione *Brontotheridibus* similius fuisse quam aliud genus americanum, ita ut iis appropinquandum esse videatur.

Subfamilia III.

Palaeotheriodontinae Nob.

Dentes incisivi $\frac{3\cdot3}{3,3}$, canini $\frac{1\cdot1}{1,1}$, quare eorum ratione *Palaeotheridibus* similes. Praemolares $\frac{4\cdot4}{4,4}$, molares $\frac{3\cdot3}{3,3}$, secundum typum palaeotherinum formati. Margo superior ossis intermaxillaris postice processum sursum directum cum ossibus nasalibus, partem apicalem liberam brevem praebentibus, conjunctum emittit. Cornuum verorum et processuum osseorum parium pro cornuum vestigiis habendorum indicium nullum.

Genus I. Hyracodon Leidy.

Genus praecipue characteribus Subfamiliae allatis a reliquis *Rhinocerotidibus* diversum. Mandibulae rhinocerotinae et tapirinae similis pars apicalis et dentium incisivorum numerus[1]) nec non dentium caninorum praesentia non solum *Palaeotheria*, sed etiam *Tapiros*, ossium nasalium dimidio basali cum ossibus incisivis conjuncto et molarium ratione Rhinocerotinas et *Hyraces* aemulans, longe pluribus sceleti structurae qualitatibus sicuti cranio et molarium figura ad *Aceratheria* tendens.

Marshius (*Amer. Journ. sc., Vol. IX., 1875, p. 244*) ait: *Hyracodontis* dentes, cranium et sceletum *Hyrachii* partibus ita similes esse, ut horum generum unum ex altero transformatum esse posset. Addit tamen: «*Hyracodon* has only a rudiment of the fifth metacarpal and hence the line of descent for the four-toed forms was probably a different one». In tractatu (*Introduction and Succession of Vertebrate life in America, Adress, Nasville Tenn., 1877, p. 34*) Marsh dicit: *Hyracodontem* dentes incisivos, caninos et molares fere aequales *Hyrachii*, antecessoris sui, habere, *Hyracodontem* autem, pedibus anterioribus tridactylis distinctum «appears to be of the true line». Equidem reliquias *Hyracodontis* et *Hyrachii* huc usque repertas et descriptas nondum sufficere putarem ad genus *Hyracodon* a *Hyrachio* pro certo derivandum. Ut in meis *Monographiis Sireniorum*, *Hyracum*, *Alces* et *Rhinocerotum*

1) Forsan exstiterunt ceterum quoque, ut videtur, *Rhinocerotides* in ambabus maxillis quaternorum loco incisivos senos sicuti *Hyracodontes*, *Palaeotherides* et *Tapirides* praebentes, R. Owenius saltem (*Odontography p. 589*) refert se a Falconero de *Rhinocerote* (fossili) in montibus himalayanis reperto dentes incisivos senos offerente audivisse. De caninorum praesentia omnino nihil dictum est. Quaeritur igitur, num *Rhinoceros* commemoratus forsan *Hyracodon* vel forma ei similis fuerit, vel fortasse, propter dentium caninorum absentiam formam peculiarem, inter *Hyracodontes* et *Aceratheria* intermediam repraesentaverit.

tichorhinorum probare studui animalium ab aliis, hucusque saltem, nondum derivandorum, formis propriis genuinis vix negandis originem igitur debentium, haud parvam copiam admitti posse. Quis enim nunc re vera probaret mundi vim creatricem paucorum germinum specificorum copiam tantum genuisse et gignere potuisse?

Spec. 1. **Hyracodon nebrascensis** Leidy.

Hyracodon nebrascensis Leidy, *Proceed. Acad. nat. sc. Philad. 1852, p. 92, 1857, p. 89, 1865, p. 176; Journ. Acad. of nat. sc. of Philad. sec. ser. Vol. VII (1869), p. 232 et p. 391.*

Rhinoceros nebrascensis Leidy, *Proceed. Acad. nat. sc. Philad. 1850, p. 121, 1853, p. 392, 1857, p. 89. — Owen's Rep. 1852, p. 556, Pl. XII A, Fig. 6, XII B 5, XV 3. — Smithsonian Contrib. Vol. VI, 1854. The ancient Fauna of Nebraska by Leidy, p. 86, Pl. XIV et XV.*

Aceratherium nebrascense Leidy, *Proceed. Acad. nat. sc. Philad. 1856, p. 92, 1857, p. 89, 1865, p. 176.*

Equidem genus *Hyracodon*, jam a Leidy *Rhinocerotidibus* adnumeratum, ob dentium rationem generalem, nominatim incisivorum et caninorum, non *Hyracidibus* (caninis destitutis), sed *Palaeotheridibus* longe similius fuisse putarem, quare *Hyracodon* subfamiliae *Palaeotheriodontinarum* inserui, loco *Hyracodon* vero nomen *Palaeothaeriodon* praeferrem.

Reliquiae osseae variae, crania incompleta, craniorum et maxillarum fragmenta, dentes, atlas et extremitatum fragmenta speciei descriptionis fundamenta dederunt, quae, quantum e descriptione et figuris a meritissimo Leidyo datis eruere valui, notis primariis sequentibus distingui posse videtur.

Cranium *Hyracodontis nebrascensis Aceratherii occidentalis* cranio quam alius speciei hucusque notae similius, fere ovato-oblongum apparet et supra linea satis recta discurrens partem occipitalem parum prominentem ostendit. Cum *Aceratherii occidentalis* cranio tamen accuratius comparatum *Hyracodontis* cranium longitudine minore, crista centrali longitudinali cranii superioris faciei, lateribus convexae, longiore, $\frac{2}{3}$ ejus longitudinis aequante, fossa temporali breviore, sed altiore, parte rostrali breviore, inter orbitas et postice inter maxillas latiore, parte palatina etiam antice latiore, arcubus zygomaticis humilioribus, magis prominentibus, ossibus nasalibus parte sua basali cum processu intermaxillarium sursum directo, ut in *Hyracibus*, conjunctis et parte sua apicali brevi tantum libere prominentibus, porro molarium superiorum ultimo in facie posteriore vallecula triangulari munito, et mandibula sub processu coronoideo fossa profundiore, molaribusque basi satis fortiore exaratis instructa differt. Nec in ossibus frontis debilibus, nec in nasalibus angustis, ceterum cornu insertionis vestigium est observatum, quod etiam de *Aceratherio occidentali* valet.

Aliorum ossium, sicuti atlantis et tibiae, nec non fragmentorum humeri, ulnae, radii et femoris consideratio, eorum similitudinem generalem cum partibus homologis *Rhinocero-*

tidum manifestavit. Quod ad digitorum numerum generis *Hyracodon* attinet, Marshius (*Adresse, p. 34*), refert pedes ejus anteriores tridactylos fuisse.

E cranii *Hyracodontis nebrascensis* longitudine ($10^1/_4$ pollices aequante) a Leidyo communicata, concluderes eum ipsum speciebus minoribus esse adnumerandum, quum referente Leidy «less than an half of *indian Rhinoceros*» ostendisse videatur.

Hyracodontis reliquiae hucusque in stratis miocaenis, Mauvaises Terres appellatis, prope White River sitis (Dakotae), et in Colorado frequenter sunt repertae.

Spec. 2. **Hyracodon arcidens** Cope.

Hyracodon arcidens Cope, *Palaeontol. Bullet. № 15.* — Cope, *Report on vertebrate, Palaeontology of Colorado in Hayden Ann. Report of the unit. states geolog. Survey embracing Colorado, 1873. Washington, 1874, p. 493.*

Species magnitudinis ratione *Hyracodontem nebrascensem* circiter aequans, molarium loborum interiorum figura, praemolari primo reliquis breviore, lobo anteriore brevi munito etc. secundum Cope diversa, reliquiis completioribus et largioribus, ut videtur, confirmanda; fundamenta ejus enim sinistri lateris maxilla et os incisivum cum dentibus tantum praebuerunt, quae quidem fragmenta in stratis miocaenis ditionis Colorado sunt detectae.

Appendix I.

Rhinocerotidum *Kynodontum* Americae borealis genera plerumque breviter descripta, sed iconibus nondum illustrata, quare, quod ad structuram et affinitates attinet, minus cognita, generi *Hyracodon* tamen, ut putares, plus vel minus affinia, quare *Palaeotheriodontinis*, ut videtur, adnumeranda.

Genus I. Hyrachyus Leidy.

Hyrachyus eximius Leidy, *Hayden's Geolog. Survey Montana 1871, p. 361;* Cope, *Proceed. american philos. soc., Vol. XIII (1873), p. 212.* (Descriptio sceleti sine ullis figuris.) — Hyrachyus princeps Marsh, *Amer. journ. scienc., Vol. IV (1872), p. 125.* — Hyrachyus Marsh, *ib., Vol. IX (1875), p. 244 et Address of vertebrate life in America, Nashville, 1877, p. 33, 34.*

Cope genus *Hyrachyus Tapiridibus* adscripsit. Marsh (*Amer. journ. IV.*, nec non *Adress*, p. 33 et 34) pariter antiquae stirpi *Tapiridum* quidem adnumeravit, conjecit tamen (*Amer. journ. IX., et Adress p .34*) *Hyrachyum* aetate majorem, *Hyracodonti* sceleti structura valde affinem, modo dicti generis antecessorem aetate eocaena fuisse. Equidem hanc conjecturam fusius adhuc probandam esse putarem et *Palaeotherides* pariter respicerem.

Genus II. Colonoceras Marsh.

Marsh (*American journ. sc., Vol. V, 1873, p. 407)* refert genus *Colonoceras* a generibus *Hyrachius* Leidy et *Helaletes* Marsh differre cornubus binis i. e. processuum osseorum distantium pari in ossibus nasalibus conspicuo. Genus *Colonoceras* ceterum *Dinoceratibus* et *Brontotheridibus* Marshii vix appropinquandum esse putarem, sed *Hyracodontibus* affine fuisse conjicerem. *Colonocerates* omnino forsan etiam pro *Diceratheriis* caninis munitis haberi possent.

Genus III. Amynodon.

Genus *Amynodon* teste Marshio (*Adress p. 33*) cornubus destitutum, in adultorum utraque maxilla dentibus incisivis internis orbatum, caninos quatuor latos et pedes anteriores tetra-, posteriores tridactylos possidens, rhinocerotinam formam eocaenam reliquis *Rhinocerotibus* aetate majorem et maxime generalem repraesentat. — Genus, ut videtur, capite ecorni, pedibus anterioribus tetradactylis *Aceratheriis*, dentibus incisivis internis deciduis *Rhinocerotibus* re vera cornutis affine, ut videtur, sed caninorum praesentia diversum.

LEGIO II.

Akynodontes.

Dentes canini nulli. Dentes incisivi plerumque $\frac{4}{4}$, saepe ex parte decidui, vel omnes abortivi. Cornu nasali unico vel cornubus binis (nasali et frontali) e substantia cornea, fibrosa compositis plerumque munitae, haud raro vero ecornes, interdum (in *Aceratheriis*) et semper in *Diceratheriis* processuum osseorum pari in ossibus nasalibus, pro cornubus habito instructi. Pedes anteriores et posteriores plerumque tridactyli, anteriores interdum tetradactyli.

Species variae adhuc statu viventi in Asia et Africa australi sunt repraesentatae, aliarum vero, ex parte diutissime deletarum, pristina praesentia sceletis totis aut partibus eorum hucusque plerumque tantum in Asia et frequentius adhuc in Europa recentioribus temporibus quoque in America effossis. Quod quidem pro certo de *Diceratheriis* et *Aceratheriis* verisimiliter tamen etiam de aliis *Rhinoceratinarum* generibus valeret.

Rhinocerotides Akynodontes pro magis typicis considerandae esse videntur, quia propter caninorum defectum, incisivorum numerum minorem et cornuum praesentiam frequentem a *Palaeotheriis* multo magis differunt quam *Kynodontes*.

Subfamilia IV.

Rhinocerotinae Nob.

Dentes incisivi $\frac{2-2}{2-2}$ saepe ex parte decidui vel haud evoluti (abortivi), in speciebus dentes incisivos perfectos praebentibus eorum superiores ab inferioribus figura diversi; su-

periorum restantes (i. e. interni) enim coronam oblongam, truncatam praebent, inferiorum externi (restantes) vero, laniariis similes, coronam satis triangularem, acuminatam offerunt, interni autem saepe evanescunt. Caninorum vestigia nulla. Dentes molares radicibus a corona sejunctis binis, ternis, imo quaternis vel quinis instructi, *Palaeotherinarum* typum generalem praebentes. Maxillarium superiorum corona plerumque oblique tetragona in facie tritoria valleculis transversis plerumque binis, saepe ternis munita, quarum centralis obliqua posteriore multo major. Mandibularium molarium corona sensu longitudinali oblonga, latere interno valles binas, latas, plus minusve obtuse triangulares praebet, quare latere interno triloba apparet. In universum quidem *Rhinocerotinis* propter incisivorum numerum minorem et statum eorum saepe imperfectum, nec non caninorum penuriam dentium systema *palaeotherinum* incompletum adscribi posset. In utriusque sexus naso, saepissime simul etiam in fronte, in plerisque hucusque notis cornu genuinum e substantia cornea fibrosa formatum, in feminis interdum deficiens. Notandum praeterea species dentibus incisivis abortientibus laborantes (*Atelodi*) cornua maxima offerre. Ab *Hippodontinis* (*Elasmotheriis*) ceterum *Rhinocerotinae* praeter dentium molarium structuram et eminentiam maximam asperam (cornigeram?) in fronte tantum obviam partis condyloideae mandibulae ratione differunt. In *Rhinocerotinis* enim, ut videtur, propter molares minores, eminentia articularis tenuior est et crista pone eam conspicua ab ea excisura satis profunda sejungitur. Fossa perpendicularis in anguli interni eminentiae articularis facie posteriore conspicua in cristam posteriorem condyli haud propagatur.

Rhinocerotinarum subfamilia, inter *Palaeotheriodontinas* et *Hippodontinas* in classificatione nostra locum medium occupans, *Rhinocerotidum* familiae formas genuinas plerumque cornuum genuinorum corneorum praesentia et caninorum absentia distinctas, molarium ratione et cranio *Aceratheriorum* simili *Palaeotheriodontinis* affiniores quam *Hippodontinis* continet et cum his (*Aceratheriorum* et *Diceratheriorum* genere excepto) mundo sic dicto antiquo tantum reliquiarum exacte definitarum ope hucusque pro certo vindicari posse videtur.

Cohors A. Holotemnodontes.[1])

Dentium incisivorum superiorum medii persistentes, semper evoluti, corona oblonga, truncata instructi; laterales parvi, saepissime decidui. Inferiorum externi internis multo majores, persistentes, procumbentes, in adultis laniariorum formam aemulantes, in parte apicali sensu obliquo truncati et acuminati; interni parvi, incisorum figuram praebentes, saepe mox decidui. Ossa nasalia plerumque acuminata. Septum narium semper cartilagineum. Ossa intermaxillaria et maxillarum superiorum pars anterior plus minusve magna. Mandibulae symphyseos processus anterior laminam horizontalem, ob dentes incisivos inferiores externos plus minusve subvalidos, caninos plus minusve aemulantes, in lateribus plus minusve tumidam offert.

1) Nomen derivatum ab ὅλος totus, integer et τέμνοδον dens incisivus, a τέμνω seco et ὀδούς dens.

a. ECORNES.

Cornua in utroque sexu nulla.

Genus I. Aceratherium Kaup (*Isis 1832*).

Ossium nasalium tenuium, acuminatorum et frontalium superior facies glabra, i. e. eminentiis rugosis, cornigeris destituta.

Pedes anteriores tetradactyli. Dentes incisivi evoluti, mandibulares externi magni, imo saepe maximi. Genus pedibus anterioribus tetradactylis *Kynodontes* quasdam nec non *Rhinocerotides* et *Tapiros* aemulans, inter *Palaeotheriodontinas* et *Rhinocerotides* cornubus corneis munitas medium quodammodo tenens.

Spec. 1. **Aceratherium incisivum** Kaup.

Aceratherium incisivum Kaup, *Descript. d'ossem. foss. Cah. III, p. 49, Taf. X, Fig. 2, 2$^{a\,b}$* (Cranium), *Taf. XIV* (Mandibula et dentes), *Taf. XV* (Ossa extremitatum) et *Beiträge, Taf. I, Fig. 5—10* (Dentes incisivi), *Taf. 4* (Palatum cum molaribus 7), *Taf. 6* (Mandibula), *Taf. 9* (Pes anterior tetradactylus). — Rhinoceros incisivus Cuv., *Rech. 4^{me} éd., T. III, p. 167 e. p.* (i. e. pars *Aceratherii incisivi* Kaupii et *Rhinocerotis Schleiermacheri* ejusdem). — Rhinoceros incisivus Blainville, *Ostéogr. p. 131—138 e. p.* nec non Rhinoceros incisivus, *ib., p. 159, Pl. IX* et Rhinoceros incisivus *fem.* [1]), *p. 176.* — Rhinoceros tetradactylus Lartet apud Laurillard, *Dictionn. univ. d'hist. nat. p.* d'Orbigny, *T. XI, p. 101*, Duvernoy, *Arch. d. Mus., T. VII, p. 84* et Kaup, *Beitr., pag. 1.* — Aceratherium gannatense Duvernoy, *ib., p. 51, Pl. V, VI et VII*, teste Kaup, *Beiträge.* — Aceratherium typus Duvern., *ib. p. 78, Pl. IV, Fig. 5*, secundum Kaup, *Beiträge.* — Rhinoceros incisivus Fraas, *Fauna v. Steinheim, p. 17.*

Ad *Rhinocerotum* fossilium species accuratius distinguendas dentes et alia ossa sejuncta secundum meam experientiam haud sufficiunt, sed sceletis integris vel saltem craniis cum maxillis et dentibus opus est, ut pluries demonstravi.

Quod ad *Aceratheriorum* species satis confusas distingendas attinet, nemo tanta supellectili gravi craniologica et literaria usus est quam Kaupius, ita ut eum merito generis dicti fundatorem dicere debeamus. Qua de causa etiam, pro tempore saltem, in historia *Aceratheriorum* eruenda ejus praesertim sententiis in recentioribus ejus communicationibus (*Beitraege*) publicatis nitendum esse videtur. Quae quum ita sint, *Aceratherii incisivi* sensu Kaupii accepti characteres sequenti modo proponerem.

---

1) Pro maribus *Rhinocerotis incisivi* sui Blainvillius l. l. p. 175 et 176 quidem statuit *Rhinocerotem Goldfussi* (*Aceratherium Goldfussi* Kaup), *Schleiermacheri* Kaup, *Merckii* Jaeg. *minutum* Cuv. et *elatum* Croiz. et Job.; talem synonymiam vero haud admittendam esse puto.

Cranium ad palaeotherinum et suillum quodammodo tendens. Pars occipitalis ejus valde elevata, verticalis et frontalis depressa. Ossa nasalia antice acuminata, tenuia, in adultis adeo sutura sejuncta, sursum paulisper directa (Kaup) vel satis recta (Blainville). Narium aperturae rotundato-triangulares, parte posteriore valde angustatae. Maxillae superiores inter narium aperturas et orbitam breves. Mandibulae rami valde elongati, satis humiles, margine inferiore recti. Symphysis mandibulae parum adscendens satis tumida et elongata. Processus ejus coronoideus elongatus, satis angustus. Molares superiores in latere interno, rarius etiam externo, eminentiis satis magnis (saepe?) instructi, ut videtur, plerumque septem (Kaup, *Beitr.*, *Taf. IV.*), quum primus etiam in adultis diutius restet. Mandibulae dentes incisivi externi maximi. — Ossa metatarsi gracilia.

Opinante Kaupio, *Beitr.*, *p. 8. Aceratherii incisivi mas Rhinocerotis javani feminae* aut *Rhinocerotis sumatrensis minoris* magnitudinem possidebat.

Osseae reliquiae (crania, dentes, vertebrae, costae et extremitatum ossa) in Germaniae et Galliae stratis tertiariis haud raro sunt detectae.

Aceratheria dubia Europae.

? Spec. 2. **Aceratherium minutum** Kaup (1854).

Aceratherium minutum Kaup, *Beiträge (1854), p. 1, Taf. 2, Fig. 7—13* (Molares), *Taf. 8* (Cranium). — Rhinoceros minutus Cuv., *Rech. 4^me éd. III, p. 175, 176.* — Kaup, *Descript. d'ossem. foss. Cah. III, 1834, p. 47, Pl. XII, Fig. 8—12* (Dentes molares). — O. Fraas, *Fauna v. Steinheim (1870), p. 15, Taf. III, Fig. 1—10* (Dentes, ossa pedum nonnulla). — Rhinoceros steinheimensis Jaeger, *Fossile Säugeth. Würtembergs, p. 66, Taf. II.* — Rhinoceros pleuroceros Duvernoy, *Arch. d. Mus. d'hist. nat., T. VII (1854), p. 42 sqq., Pl. I, Fig. 2^a* (Cranium), *Pl. III, Fig. 2^b, Pl. IV, Fig. 2^c* (Occiput), *Pl. VI, Fig. 16, 17, Pl. VIII, Fig. 3, 4, 6, 7, 8, 9.*

Cranium abbreviatum eminentiae centralis cornu nasalis et frontalis pristinam praesentiam indicantis ne vestigium quidem praebet. Occiput valde prominet et marginem superiorem emarginatum ostendit. Ossis nasalis utriusque pars lateralis convexissima et tuberculo subconico osseo, rugoso munita, cui, ut conjecit Duvernoy, corniculum[1]) insidebat; quae quidem conjectura, a Kaupio, merito ut videtur, rejecta, si nihilominus esset accipienda, opinionis locum fortasse praeberet *Aceratherium minutum*, si, ut *Aceratherium incisivum*, pedes anteriores tetradactylos possidebat (quod hucusque nescimus), inter *Acera-*

1) Equidem eminentias dictas potius tuberculis osseis haud cornigeris, corio setis vestito tectis, in *Suis larvati* cranio obviis et eminentiis osseis in cranio *Dinoceratum* et *Diceratheriorum* conspicuis, a Marshio horn-cores dictis, aequiparararem. Cf. de hac re Owen, *Americ. Journ. of sc., Vol. XI, 1876, p. 401.*

theria formam subgenericam peculiarem (? subgen. *Pleuroceros*) sistere vel generi *Diceratherium* Marshii adnumerari forsan posse.

Referente Kaupio (*Beitr., p.* 4) *Aceratherium minutum*, de cujus existentia Blainvillius *Ostéogr. Rhinoceros, p. 138* dubitavit, magnitudine *Tapirum indicum* superasse tantum videtur.

Reliquiae ejus in Galliae et Germaniae stratis tertiariis hucusque sunt repertae.

? Spec. 3. **Aceratherium Goldfussi** Kaup.

Aceratherium Goldfussi Kaup, *Beitr., Taf. I, Fig. 11—14* (Incisivi superiores), *Taf. II, Fig. 11, 15, 16, 17, 18, 19—23* (Maxillares superiores), *Taf. IX* (Astragalus et os metacarpi medium). — Rhinoceros Goldfussi Kaup, *Descript. d'ossem. foss. Cah. III (1834), p. 62, Pl. XII, Fig. 12—14* (Dentes maxillares superiores). — Rhinoceros Goldfussi Blainville, *Ostéogr., p. 154.* — Rhinoceros brachypus Lartet, Laurillard, *Dictionn. univ. d'hist. p.* d'Orbigny, *T. XI, p. 101*, teste Kaup.

Species, cujus fundamenta dentes, ossa metacarpi, astragalus et calcaneus utpote reliquiae unicae variis locis repertae et diversis exemplaribus originem debentes constituunt, a Kaupio proposita et teste eodem dentium eximia magnitudine, ossium metacarpi brevitate et latitudine insigni, sicuti astragalo humili distincta, quam tamen, quum cranium ejus nondum sit detectum, pro dubia haberem et, quum Laurillard *Rhinoceroti branchypodi* a Fraasio (*Fauna v. Steinheim, p. 17*) quoque sub nomine *Rhinoceros brachypus* accepto pedes tridactylos tribuerit, cum Kaupio *Aceratheriorum* generi pro certo haud adscriberem. Nisi Lartetius et Kaupius ei incisivos evolutos tribuissent, equidem putarem molares maximos et ossa extremitatum brevia et lata ad *Rhinocerotem Merckii* forsan referri posse.

Ossa dicta in Germania et Gallia sunt inventa.

Appendix II.

De Aceratheriis Americae borealis.

Leidy et Cope reliquias plures in America boreali erutas speciebus generis *Aceratherium* adnumerarunt, quae ob statum imperfectum et speciminum penuriam pro certo ei nondum adscribi posse videntur. Qua de causa species dictas ulteriores castigationes postulantes in appendice generis *Aceratherium* enumerandas esse putavi. — Huc spectant quae sequuntur species quinque.

?A. Subgenus seu Sectio Aphelops Nob.?, genus Aphelops Cope.

Cope (*Annual Report of Geological Survey embracing Colorado for 1873, Washington, 1874, p. 520*) annotavit: *Aceratherium crassum* a Leidy propositum et *Aceratherium megalodus Cope* ob praemolarium mandibularium ternorum praesentiam et dentem incisivum mandibularem internum genus peculiare *Aceratheriis* connatum (*Aphelops*) praebere posse.

Spec. 1. **Aceratherium megalodus** Cope, *Ann. report Geolog. Survey, Colorado, by Heyden, for 1873, p. 520 et 521.* — Cope *Paleont. Bull. No. 14, p. 1.* — Aphelops megalodus Cope, *Bulletin of the United States geographical Survey No. 1. Washington 1874. 8.*

Ossa nasalia subplana. Magnitudine fere *Rhinoceroti indico* aequalis, sed dentibus majoribus munitum.

Ossa ejus in stratis pliocenis partis occidentalis Americae borealis magna copia sunt reperta.

Spec. 2. **Aceratherium crassum** Leidy apud Cope, *Ann. report Geol. Survey, Colorado, f. 1873, p. 521.* — Rhinoceros crassus Leidy, *Proceed. Acad. nat. sc. Philadelph. 1858, p. 28, 1865, p. 176. — Journ. of the Academy of nat. sc. of Philad. sec. ser. Vol. VII, 1869, p. 228, Pl. XXIII, Fig. 4—9 et ib. p. 357 et p. 390.* — Aphelops crassus Leidy apud Cope, *Bullet. of the United States geol. Survey of the Territories, No. 1. Washingt. 1874, p. 12.*

Speciei fundamentum praebuerunt ossa nasalia, fragmenta maxillarum et dentes animalis magnitudinem *Rhinoceroti indico* similem indicantia.

Reliquiae in stratis pliocaenis, nominatim in sands of the Niobrara River, in Nebrasca et Colorado sunt repertae.

?B. Sectio seu Subgenus Subhyracodon Nob.

Cope (*Report on the vertebrate palaeontology of Colorado, July 12, 1874*) in *Haydeni Annual report of Un. States geol. Survey embracing Colorado, Washington 1874, p. 493* generi *Aceratherium* Kaupii adscripsit species ad genus *Hyracodon* Leidy tendentes quae sequuntur.

Spec. 3. **Aceratherium mite** Cope.

Praemolarium coronae 2—3—4 latiores quam longae. Symphysis mandibulae valde abbreviata et contracta.

Species inter *Aceratherium occidentale* et *Hyracodontem nebrascensem* intermedia, Muli circiter magnitudine.

Ossa sceleti varia in territorio Colorado sunt reperta.

Spec. 4. **Aceratherium occidentale** Leidy.

Aceratherium occidentale Leidy *Journ. Acad. nat. sc. Philadelphia, 2. Ser., Vol. VII (1869), p. 390, Pl. XXII et XXIII. — Proceed. Acad. nat. sc. Philad. 1854, p. 157, ib. 1851, p. 331.* — Cope in Haydenii *Report of United States geol. Survey embracing Colorado, Washington 1874, p. 493 et 495.*

Rhinoceros occidentalis Leidy *Proceed. Acad. nat. sc. Philad. 1850, p. 119, 276, 1853 p. 392, 1857 p. 89, 1865 p. 176. — Owen Report Geol. Survey Wiskonsin etc. 1852, p. 552, Pl. IX, Fig. 1, 2, Pl. XV et XVI, Fig. 4. — Smithson. Contrib. Vol. VI (1854) Ancient Fauna of Nebrasca, p. 81, Pl. XII, XIII; Journ. Acad. nat. sc. l. l. (1869), p. 220, Pl. XXII* (Cranium) *et XXIII.*

Reliquiae *Aceratherio occidentali* adscriptae, nonnullis individuis originem debentes, constant e cranio incompleto mandibula carente, molaribus bene conservatis munito, e partibus pluribus composito, parte nasali fere prorsus et occipitali ex parte destituto. Praeter hocce cranium mandibulae maxima pars et alia cranii fragmenta, nominatim dentes numerosi, sunt reperta, non solum molares, sed etiam incisivi, mandibulares omnes mandibulae fragmento uno adhuc insidentes et incisivi maxillaris alveolus. Extremitatum ossium denique nonnulla (humerus, ulna, radius) nec non femoris et tibiae fragmenta pariter inveniebantur. Pedum anteriorum digitorum numerus quaternarius *Aceratheriis* genuinis peculiaris nondum demonstratus.

Cranii, $^3/_4$ *Rhinocerotis indici* magnitudinem possidentis, adspectus generalis cum dentibus in universum quidem e *Rhinocerotidum* genuinorum numero *Aceratherii incisivi* partes homologas, nominatim etiam quod attinet ad cornu frontalis insertionis locum deficientem, revocaret, sed etiam dentibus exceptis similitudinem quandam cum cranio *Oreodontis Culbertsonii* Leydii (*Ancient Fauna of Nebraska, Pl. V.*) ostenderet. Etiamsi vero cranii hucusque cogniti pars nasalis maxima ex parte deficiat, e particulae ejus restantis ratione ceterum cum Leidyo aliqua veritatis specie conjici posset cornu nasale haud adfuisse.

Referente Cope *l. l. p. 493, Aceratherium occidentale* ab *Aceratherio miti* praesertim differt: Magnitudine majore et mandibulae symphysi elongata dentibus incisivis latis instructa.

E cranii *Aceratherii incisivi* figuris, a Kaupio (*Ossem foss., Tab. V)* et *Aceratherii occidentalis* a Leidyo datis concluderes cranium ejus supra rectius, humilius atque parte posteriore angustius fuisse et partem verticalem paulo latiorem, crista centrali instructam, orbitas minus rotundatas, arcus zygomaticos humiliores et dentes incisivos mandibulares minores possedisse.

Reliquiae in stratis miocaenis fluminis White, in territorio Mauvaises Terres dicto, nec non in territorio Dacota et Colorado inventae sunt.

Spec. 5. **Aceratherium quadriplicatum** Cope.

Aceratherium quadriplicatum Cope *Report on the vertebrate palaeontol. of Colorado in* Hayden *Report of Unit. States Geolog. Survey embracing Colorado, Washingt. 1874, p. 495.* — Hyracodon quadriplicatus. Cope, *Paleontol. Bull. no. 15, p. 1.*

Mandibulae symphysis brevis contracta. Praemolarium coronae 2—3 es vel in universum longiores. — Magnitudine *Aceratherium occidentale* aequans.

Maxillarum reliquiae et dentes in territorio Colorado reperiebantur ad specimina duo referenda.

Observatio.

Rhinocerotidum verarum reliquiae recentioribus temporibus tantum in America sunt repertae. Fragmentum fossile in Pensylvania inventum, quod *Featherstonhough Monthly American Journal of Geology 1831* pro mandibulae fragmento animalis *Rhinocerotidibus* valde affinis (*Tropodon Rafinesque Atlantic Journ. 1832, p. 114*) habuit, jam Harlan (*Edinb. new philos. Journ. 1834, XVII, p. 353* et *Medico-and Phys. Research., p. 268*) pro massa lapidea, deinde Blainville (*Ostéogr. Rhinoceros, p. 172*) pro parte arte facta, serius autem Hays et Lea, qui Parisiis objectum viderunt, pro massa mere lapidea pariter declararunt.

Genus II. Diceratherium Marsh.

Cranium cum dentibus (incisivi $\frac{1-1}{2-2}$, canini 0, praemolares $\frac{4-4}{3-3}$, molares $\frac{3-3}{3-3}$) et reliqua sceleti ossa partibus homologis *Aceratherii* similia. Pedes anteriores tetradactyli. In ossibus nasalibus vero, ut in genere *Dinoceras*, processuum osseorum par transversum, pro cornubus genuinis tamen haud habendum.

Spec. 1. **Diceratherium armatum** Marsh.

Diceratherium armatum Marsh *Americ. Journ. of scienc. and arts, 3 Ser., Vol. IX (1875), p. 242.*

Processus nasales ossei ovales, haud procul ab apice ossium nasalium conspicui, sursum et extrorsum directi, rugosi. Orbita parva processu postorbitali instructa. Ossa incisiva singula dentem unicum compressum offerunt. Molares lati. Choanae molari penultimo oppositae. Supra in osse occipitis, supra foramen magnum, tuberculum magnum, largum conspicitur. Pedes anteriores tetra-, posteriores tridactyli. Magnitudo $^2/_3$ *Rhinocerotis indici.* — Reliquiae in stratis miocaenis partis occidentalis ditionis Oregon prope John Day River sunt detectae.

Spec. 2. **Diceratherium nanum** Marsh.

Diceratherium nanum Marsh *ib.*

Processus nasales ossei magis compressi et ossium nasalium pars ipsis opposita acuminata. Narium apertura ampla. Ossa intermaxillaria minora et compressa, ossibus nasalibus minus antrorsum prominentia.

Reliquiae descriptae (cranii fragmenta, dentes et aliae quaedam partes osseae) indicant animalis specimen, speciei antecedentis dimidiam magnitudinem vix parum superantem. Reliquiae ceterum in eodem loco et strato inveniebantur, quo ossa antecedentis speciei sunt reperta.

?Spec. 3. **Diceratherium advenum** Marsh.

Diceratherium advenum Marsh *ib. p. 244.*

Marshius molarem superiorem et inferiorem ultimum in formatione eocaena vel miocaena Uthae repertos, ad animal *Rhinocerotis indici* dimidiam magnitudinem praebens relatos, huic speciei forsan vindicandos esse conjecit, quare, quum dentibus singulis, ut constat, *Rhinocerotum* species pro tuto haud niti possint, speciei signum interrogationis addidi.

Diceratheria propter processus supranasales osseos solos *Dinoceratinarum* subfamiliae ob cranii et dentium formam alienam admodum diversam, minime appropinquari possunt.

Quaeritur praeterea num genus *Diceratherium*, *Aceratheriorum* generi maxime propinquum, appendicibus ossium nasalium osseis paribus, cornubus veris frontalibus Ruminantium haud comparandis, tantum innixum generis valorem re vera postulare possit, quum appendices illae pro ossium continuationibus non pro organis peculiaribus, cornubus comparandis, sint habendae, ita ut *Diceratheria* forsan melius, ut supra in *Aceratherii minuti* (processubus nasalibus osseis similibus pariter instructi) descriptione commemoravi, *Aceratheriorum* sectionem seu subgenus constituere possent, cui quoque species europaea (*Aceratherium minutum*), si pedes anteriores tetradactylos, hucusque nondum demonstratos possidebat, *Diceratherii minuti* nomine forsan adjungenda esset.

b. UNICORNES.

Cornu unicum in partis nasalis dorso conspicuum, interdum in maribus tantum obvium. Truncus depilis, plicatus. Dentes incisivi evoluti. Species hucusque in Asia australi vel in insulis magnis ei finitimis pro certo tantum observatae.

Genus III. Rhinoceros Gray.

Genus *Rhinoceros* Linn. et multorum aliorum e. p.

Cranium abbreviatum. Pars occipitalis superior ejus sursum et antrorsum, squamosa et condyloidea retrorsum directae. Processus postglenoidalis et posttympanicus in adul-

tis coaliti parietem inferiorem meatus auditorii, aperturam satis triangularem, sursum directam praebentis, formant. Ossa nasalia parte anteriore acuminata. Nares septo cartilagineo disjunctae. Narium aperturae subcordiformes, subabbreviatae, altae in cranio antice apertae. Ossa intermaxillaria et maxillarum superiorum pars anterior satis evoluta. In ossium intermaxillarium adultorum utroque dens unus, anterior, evolutus, coronam oblongam apice truncatam possidens, cui accedit interdum secundus, parvus, lateralis. Mandibulae symphyseos processus anterior magnus, laminae horizontali subtumidae similis, dentes incisivos quatuor prominentes offert, quorum duo exteriores adscendentes, acuminati, subtriquetri internis parvis, haud raro serius deciduis, multo majores sunt et superioribus oppositi apparent. Cornu unicum nasale in maribus semper obvium, conicum, recurvatum, capite brevius, in feminis singularum specierum, ut videtur, constanter deficiens. Labium superius appendice mobili, digito subsimili, instructum. Corium haud pilosum, sed in trunco et collo plicis plerumque transversis, pluribus, magnis, spatia scutis similia terminantibus, munitum, totum verrucis minoribus et majoribus depressis, scutellulorum formam saepe aemulantibus, obsessum.

Asiae australis et insularum maximarum oceani indici finitimarum incolae.

Spec. 1. **Rhinoceros inermis** Lesson.

Rhinoceros inermis Lesson *Complém. aux oeuvres de Buffon 2 éd. 1838, p. 514.* — Blainville *Ostéogr. Rhinoceros, p. 73* excluso synonymo *Journal le Temps 1833 Oct. 5 no. 1448*[1]).

Rhinoceros de Java, race ou une variété héréditaire, sans corne des Mss. Geoffroy St. Hilaire, Dumeril et Cuvier sur les collections de M. Lamare-Piquot, Ferussac *Bullet. d. sc. nat. et de Géologie 1831, Vol. XXVI, p. 181.*

Rhinoceros ohne Horn Lamare-Piquot's A. Wagner *Schreb. Säugeth., Forts., Th. VI, Erlangen 1835, p. 342.*

Rhinoceros inermis Lesson. Peters[2]), *Monatsberichte d. königl. preuss. Akad. d. Wissensch. z. Berlin, Febr. 19, 1877, m. 3 Tafeln, p. 68—71.*

Peregrinator francogallus Lamare-Piquot *Rhinocerotis* feminae et pulli ejus exuvias (coria et crania) in fluminis Ganges effluvii insula acquisitas in Europam reportavit, de quibus Academici Parisini supra nominati (cf. Ferussac *Bull. l. l.*) quae sequuntur in relatione de collectionibus a Lamare-Piquot ex India orientali relatis judicarunt. »Ce qu'il y a de plus remarquable dans cette classe (des Mammifères), c'est un *rhinocéros* sans

---

1) Blainvillii assertionem erroneam Lamare-Piquotium in diario *le Temps l. l.* primum proposuisse *Rhinocerotem inermem* refutavit Peters *l. l. p. 69.*

2) E verbis Petersii: «Das freie Ende der ossa pterygoidea ist bei *Rh. inermis*, wie dies auch auf der Zeichnung Flower's (*Proceed. zool. Soc. 1876, p. 447*) sich zeigt, verdickt», concluderes Petersium figuram dictam, a Flowero *Rhinoceroti sondaico* vindicatam, ad *Rhinocerotem inermem* referre.

corne, dont les os du nez, quoique aussi robustes que dans le reste du genre, paraissent n'avoir point porté l'armure, qui leur est ordinaire; la mère et le petit s'y trouvent en sorte que l'on peut croire que c'est au moins un caractère du race ou une variété héréditaire; mais tout le reste des particularités de ces individus, les tubercules qui recouvrent leur peau, le nombre et la direction de ces replis, semble annoncer qu'ils appartiennent à l'espèce que l'un de nous a fait connaitre sous le nom de *Rhinoceros de Java.*»

Anno 1836 collectiones a Lamare-Piquot factae Borossorum Regis Guilhelmi Tertii munificentia in Museum zoologicum berolinense transierunt, ubi dictorum *Rhinocerotum* coria effarcta *Rhinocerotis javanici* nomine exponebantur, crania vero in Museum anatomicum translata a Johanne Müllero *Rhinoceroti javanico* pariter sunt adscripta. Lessonius tamen duos annos post exuvias dictas (l. l.) non *Rhinoceroti javanico*, sed speciei peculiari, *Rhinoceroti inermi*, vindicavit.

In scriptis societatis zoologicae londinensis *Proced. zool. soc. 1877, IV, p. 751* observatio de corio Rhinocerotis junioris e terris Sunderbunds allato legitur, cui additum est: «According to Mr. Jamrach's information the female of the species obtained in the Sunderbunds ware entirely destitute of any horn. . . The *Rhinoceros inermis* of Lesson appears to have been breed on such a female.» Sclateri communicatio Petersio facta pariter de Rhinocerotibus in terris Sunderbunds dictis viventibus agit, quorum feminae ecornes esse dicuntur.

Quum mihi, Rhinocerotidum Familiae conspectu occupato, hujus speciei accuratior cognitio admodum desideranda videretur, ad Musei berolinensis Directorem ill. Peters literas misi. Nec frustra. Vir amicissimus enim non solum plures observationes ad Rhinocerotis dicti exuvias spectantes literis benevole commmunicavit, sed etiam tractatum supra laudatum ab ipso Academiae berolinensi propositum typis jam impressum *Rhirocerotis inermis* craniologiam praecipue exactius illustrantem transmisit.

De partium externarum ratione secundum specimina originalia coriorum effarctorum *Rhinocerotis inermis* matris et pulli Musei Berolinensis ill. Peters quae sequuntur communicavit.

Rhinoceros inermis, ut reliqui *Rhinocerotes* adhuc viventes, pedes tridactylos habet. Non solum mater, sed etiam pullus cornu prorsus caret. Corium plicas et areas a plicis sejunctas *Rhinocerotis sondaici* similes et verrucas scutelliformes a partibus homologis ejusdem speciei et *indici* haud diversas ostendit. Matris corium effarctum longitudinem 283 et altitudinem 151 centimetrum possidet.

Dentes *Rhinocerotis inermis* a *sondaici* dentibus teste eodem haud differunt.

Quod ad differentias craniologicas attinet, quas Peters magis conspicuas designat, equidem *Rhinocerotis sondaici* craniorum ternorum atque craniorum *Rhinocerotis inermis* ab eo datarum figurarum disquisitionibus edoctus differentias inter *Rhinocerotem inermem* et *sondaicum* propositas, quae sequuntur, pro hodierno materiarum statu in universum acciperem.

Rhinocerotis inermis palatum osseum planum, *sondaici* vero valde concavum, ossium palatinorum partem horizontalem in *Rhinocerote sondaico* aeque latam ac longam, in *Rhinocerote inermi* vero duplo longiorem quam latam esse. *Rhinocerotis inermis* ossium palatinorum marginem anteriorem a fissura incisiva vix magis quam a margine eorum posteriore, in *Rhinocerote sondaico* contra duplo magis distare.[1]) Fissurae incisivae partem posteriorem in cranio *Rhinocerotis inermis* inter molares anteriores (primos), *Rhinocerotis sondaici* ante molares conspici. Ossium pterygoideorum partes apicales liberas in *Rhinocerote inermi* tumidas, in *sondaico* vero compressas videri. Mandibulae symphysin in *Rhinocerotis inermis* specimine adulto (Peters *Tab. 1, Fig. 1*) satis horizontalem, in *sondaico* adscendentem (ut in cranio pulli *Rhinocerotis inermis* Peters *Tab. 2, Fig. 2*) reperiri.

Quantum e craniorum petropolitanorum *Rhinocerotis sondaici* studio et eorum cum craniorum *Rhinocerotis inermis* figuris repetita comparatione hucusque eruere potui, differentiis tamen, quas ill. Peters a cranii parte rostrali, apertura nasali, processubus incisivis maxillaribus, foraminibus infraorbitalibus et lacrimalibus, ossibus lacrimalibus ipsis, arcubus zygomaticis et a fossa supra meatum auditorium adscendente derivavit, valorem specificum admodum essentialem haud tribuerem, ut ipse ceterum jam sensisse videtur.

Quum *Rhinocerotis inermis* feminae constanter cornu carere dicantur et praeterea crania earum in Museo berolinensi conservata a *Rhinocerotis sondaici*, proxime affinis, craniis characteribus variis differant, *Rhinocerotem inermem* speciem peculiarem potius ab *Rhinocerotibus* in utroque sexu unicornibus ad *Aceratheria* vel vice versa quodammodo tendentem, non *sondaici* varietatem, esse pro tempore saltem putarem. Nihilominus tamen accuratior *Rhinocerotis inermis* cognitio plurium speciminum, nominatim etiam marium, inspectione perficienda et existentia ejus melius adhuc probanda esse videtur.

Spec. 2. **Rhinoceros sondaicus** Horsfield.[2])

Rhinocerus sondaicus Horsf. *Zool. Research. in Java no. VI.* — Salomon Müller *Naturk. Verhandl. over de overzeesche Besitt. Mamm., Pl. 33.* — Blyth *Journ. asiat. soc. Bengal, Vol. XXXI, p. 156, Pl. I, II* (Crania). — Sclater *Trans. zool. soc., Vol. IX., P. IX, p. 649, Pl. XCVI.*

Rhinoceros javanus Cuvier *Règne amim. 2. éd. T. 1, p. 247*, Fr. Cuvier et Geoffr. *Mammif., Fasc. 46.* — Schreber *Säugeth. fortges. von* A. Wagner *Th. VI, p. 308, Taf. CCCXVII E.* — Cuvier *Rech. s. l. oss. foss. nouv. éd II, p. 33,*

1) Notandum praeterea videtur marginem palati ossei posteriorem in *Rhinocerotis sondaici* craniorum petropolitanorum uno non antepenultimo, sed (ut Cuvier et Peters observarunt) penultimo molari, ut in *Rhinocerote inermi*, oppositum esse.

2) *Rhinoceros sondaicus* (non *indicus*) *Ceratorhinis* quidem capitis et trunci ratione affinior conspicitur, quare magis his appropinquandus, *indico* igitur postponendus fuisset. Cui tamen opinioni haud annuendum esse putavi, *Rhinoceros sondaicus* enim, etiamsi ut *Rhinoceros indicus* in utroque sexu cornutus sit, cum *Rhinocerote inermi*, feminis ecornibus distincto, eoque quodammodo ad *Aceratheriorum* genus tendente, majorem affinitatem ostendit quam cum *Rhinocerote indico.*

Pl. 14, Fig. 2 (Cranium), *Pl. 17* (Sceletus), *ib. éd 4^me^, T. III, p. 42, Pl. 55* (Sceletus). — Blainville *Ostéogr. Pl. 1* (Sceletus), *Pl. 2* (Cranium).

Rhinoceros javanicus Gray *Proceed. z. soc. 1867, p. 1109; Catal. of Pachyd., p. 301, Hand-list p. 45.* — Giebel *Säugeth. p. 205.*

Rhinoceros nasalis Gray *Proceed. z. soc. 1867, p. 1012, Fig. 1, 2; Catal. of Pachyd., p. 304, Fig. 1, 2* (Cranium).[1])

Rhinoceros Floweri Gray *Proceed. z. soc. 1867, p. 1015, Fig. 3, 4; Catal. of Pachyderm. p. 307, Fig. 36, 37* (Cranium).[2])

Rhinoceros sondaicus a specie sequente notis, quae sequuntur, differt.

Corporis statura minus torosa quam in *Rh. indico.* Caput longius et humilius, supra inter oculos modice depressum, parte anteriore et posteriore minus elevatum. Plicae cutaneae minores. Plicae collares sub gula minus prominentes. Posterior earum, parte sua superiore furcillata, spatium brevius, postice latius, in dorsum parum propagatum, obtuse triangulare includit. Plicae scapulares deorsum directae regionem scapularem sensu transverso plica haud divisam, supra angustiorem sejungunt. Corium depile verrucas minores praebet. Cauda longior, tenuior, pilis rigidis minus largiter penicillata est.

Cranium humilius quam *indici.* Pars occipitalis, verticalis et nasalis multo minus quam in *indico* elevatae. Squama ossis occipitis latior et humilior. Pars frontalis multo minus depressa. Ossa nasalia sublongiora, lacrimalia magis rotundata. Fossae temporales minus fortiter adscendunt. Ossa intermaxillaria in margine superiore processu destituta, minus alta et crassa. Ossa zygomatica humiliora, minus convexa. Mandibulae pars adscendens humilior. Partes terminales liberae processuum pterygoideorum extrorsum divergentes. Fossa mesopterygoidea major et posteriore parte plerumque latior. Palati posterior margo in medio prominet. Vomeris pars posterior tenuis, libera, haud incrassata. Molarium superiorum corona crista destituta.

Magnitudine minor *Rhinocerote indico.*

Patria Raymahal Hills, Bengalia (Sunderbund), regio Calcuttae, Peninsula malayana (Tenasserim), Siam, Cambodia, provincia Quangsi Chinae, Java, Sumatra (Flower) et Borneo (teste Blythio).[3])

---

1) Jam Busk (*Proceed. z. soc. 1869, p. 413*) *Rhinocerotem nasalem* et *Floweri*, a Grayo craniorum ope propositos, *Rhinoceroti sondaico* vindicavit.

2) Flower (*Proceed. z. soc. 1870, p. 450*) quod ad *Rhinocerotem nasalem* Grayi attinet crania duo Musei britannici a speciei auctore ei adscripta characteres *Rhinocerotis sondaici* offere observavit et *Rhinocerotis Floweri* cranium pro specimine characteristico ejusdem speciei, forsan ad varietatem minorem Blythii referendo, declaravit.

3) Murray (*Proceed. z. soc. 1868, p. 440*) dubitat quidem, quin *Rhinoceros sondaicus* in insula Borneo habitet, quamquam jam Blyth (*Journ. asiat. Soc. Bengal XXXI (1862), p. 151 et 152*) disertis verbis notaverat *Rhinocerotem sondaicum* etiam in hac insula reperiri. Flowerus (*l. l.*) ceterum confirmavit *Rhinocerotem sondaicum* una cum *Rhinocerote sumatrensi* in insula Sumatra vivere. — Equidem praeterea putarem patriam *Rhinocerotis sondaici* supra allatam, propter *Rhinocerotem inermem* in Bengalia observatum (*sondaico* valde affinem), pro certo nondum exactius definiri posse. Quaeri enim potest, num *Rhinoceros sondaicus* genuinus una cum *inermi* in Bengaliae Sonderbunds occurrat.

Spec. 3 **Rhinoceros unicornis** Linn.

Rhinoceros unicornis Linn. *Syst. nat. ed. 12, p. 104.* — Schreb. *Säugeth. II, p. 229, Taf. 77.* — Wolf *Abbild. u. Beschr. merkwürd. Gegenst., Heft VII, Taf. 19* (Thier), *Taf. 20* (Skelet). — Giebel *Säugethiere, p. 206.* — Flower *Proceed. zool. soc. 1876, p. 446.* — Sclater *Trans. zool. soc. V. IX, Pl. XI, p. 645, Pl. XCV.* — Cuvier *Ménagerie Pl.*

Rhinoceros indicus Cuvier *Règne an. 1re éd. (1817) I, p. 239.* — A. Wagner Schreb. *Saeugeth. Forts. Th. VI, p. 292, Taf. CCCXIII, DD.* — F. Cuvier et Geoff. *Hist. d. Mammif. fol. Livr. XIII, 1820.* — Cuvier *Rech. s. l. oss. foss. 4e éd. III, p. 38, Pl. 39* (*Sceletus*), *Pl. 42, Fig. 2* (*Cranium*); D'Alton *Skelete d. Pachydermen;* Blainville *Ostéographie Rhinoceros.* — Owen *Trans. of the zool. soc., Vol. IV, p. 31, cum tab. 22* (*Partes internae*). — Garrod *Proceed. zool. soc. 1874, p. 2* (*Anatomica quaedam*).

Rhinoceros asiaticus Blumenbach *Handbuch 5. Aufl., S. 126.*

Rhinoceros Edwards *Glean. I, p. 24, Pl. 221.*

Rhinoceros stenocephalus Gray *Proceed. zool. soc. 1867, p. 1018, Fig. 5. 6; Catal. of. Pachyd., p. 310, Fig. 38,39* (Cranium junioris).

Rhinoceros sivalensis et palaeindicus Falconer et Cautley *Fauna antiqua sivalensis Part VIII, Pl. 73—75.*

Corporis statura torosior quam in sondaico. Caput brevius et altius, supra inter oculos fortiter impressum, parte anteriore et praesertim posteriore valde elevatum. Plicae corporis majores. Plicae collares maximae sub gula valde prominent. Posterior earum parte superiore furcillata spatium elongatum, subtriangulare, parte sua posteriore multo angustius, supra partem scapularem in dorsi anterioris partis medio discurrens terminat. Plicae regionis scapularis spatium cordatum ambiunt. Corium depile verrucis depressis, praesertim in regione humerali et femorali, majoribus obsessum. Cauda brevis, crassior, pilis rigidis largius penicillata. Cornu conicum, recurvatum, in feminis minus.

Cranium cum *Rhinocerotis sondaici* cranio comparatum satis differt. Pars verticalis et praesertim occipitalis valde elevata, squama ossis occipitis angustior et altior, pars frontalis, inter orbitas praesertim valde depressa, nasalis vero supra admodum convexa est. Ossium nasalium superior facies asperrima apparet. Ossa lacrimalia oblique longitudinalia oblonga, subtetragona sunt, fossae temporales fortius adscendunt. Ossa intermaxillaria in margine superiore processu parvo instructa observantur. Ossa zygomatica altiora, convexiora, e margine superiore processum parvum orbitalem emittunt.

Mandibulae pars adscendens alta. Palati pars posterior emarginationem arcuatam praebet. Vomeris posterior pars firmiter adnata apicem crassum ostendit. Fossa interpterygo-

goidea angusta est. Molares superiores teste Flower «with crochet and crista generaly united. Cutting of an accessory valley from the median sinus».

Rh. indicus a *sumatrensi* glandulae pedum posterioris faciem occupantis antrorsum apertae praesentia, stomacho in medio fortiter contracto, pone cardiam appendice saccata destituto, duodeni initio dilatato, intestini tenuis plicis membranae mucosae maxima ex parte margine libero denticulatis, posterioribus vermiculis similibus differt.

Penis glans ut in *Rhinocerote sumatrensi* longior et tenuior quam in *Rhinocerote africano* seu *bicorni* invenitur.

Longitudo corporis 10—14, altitudo 6—7 pedum.

Patria India orientalis inde a declivibus versus austrum tendentibus Himalayae, nominatim inde a regione occidentali Tarai ad Chinam australem usque, praesertim in regnis Nepal, Butan et vallis Brahmaputrae provincia Assam.

Obs. 1. Teste Flower *Proceed. z. soc. 1876, p. 450, Rhinoceros stenocephalus* Gray, cranio juvenilis speciminis originem debens, characteres *Rhinocerotis indici* praebet et a *sondaico* differt, cui adscripserat Busk (*Proceed. z. soc. 1869, p. 413*).

Obs. 2. Baker and Durand (*Journ. asiat. soc. of Bengal. Vol. V (1836), p. 486—493 (Pl. XV—XIX)* observationes et figuras de reliquiis *Rhinocerotum* in montibus subhimalayanis repertis *Rhinoceroti fossili indico* ab ipsis tributis communicarunt, cui opinioni annuit quoque Blainville (*Ostéogr., p. 95, 203 et p. 213*). Blyth (*Journ. asiat. soc. of Bengal Vol. XXXI (1862), p. 157*) annotavit: *Rhinocerotem sivalensem* Falconeri et Cautleyi (*Fauna antiq. sivalensis Part. VIII, Pl. 73, 74, 75*) «comes exceedingly close to the existing *indicus* with the narrow form of skull, and their *Rh. palaeindicus* (*ib. Pl. 73, 74, 75*) to the same with broad form of skull.» — *Rhinocerotem indicum* seu *unicornem* jam in periodo tertiaria in montibus Himalayae declivibus vixisse hodie vix negari posse videtur.

Appendix III.

De Rhinocerotis specie incerta unicorni, quae in Africa centrali vivere dicitur.

Teste Blyth (*Journ. as. soc. of Bengal Vol. XXXI (1862), p. 153*) And. Smith affirmavit indigenas pluries ei narasse: versus aquilonem signi rupicaprae *Rhinocerotis speciem unicornem* vivere.

Fresnel, consul francogallus Djeddae, in literis anno 1848 (*cf. Comptes Rend. d. l'Acad. de Paris, T. XXVI, p. 281*) publicatis refert se a variis hominibus saepius audivisse in provinciis regni Wadai seu Dar-Sulayh, versus occidentem laci Tschad, vivere animal *Abu-Karn*, quod inter oculos cornu unicum tantum possidet, quum animal *Khertit* (*Rhinoceros bicornis*) cornuum unum in naso, alterum supra nasum gerat. Fresnel praeterea cornua e regno Wadai relata animalis *Abu-Karn* dicti possidebat et eorum ope ab incola regni

Waday comperit: bestiam ibi frequentem fossarum artefactarum frondibus obtectarum ope capi et carnem sapidam praebere.

Fresneli relatio cornu unicum inter oculos inveniri formam *Rhinocerotis* sisteret a reliquis *Rhinocerotibus unicornibus* cornu unicum, supra nares tantum (nunquam fronti insertum, frontale igitur, praebentibus) discrepantem.

Qua de causa accuratioribus observationibus opus est ad speciem dictam, a recentioribus peregrinatoribus haud commemoratam, confirmandam. Notandum ceterum videtur genus *Elasmotherium* pariter cornu frontale genuinum tantum possedisse.

Appendix IV.

De reliquiis americanis generi Rhinoceros adscriptis.

In America boreali detectae sunt variae reliquiae osseae a Leidyo et Marshio speciebus 5 generis *Rhinoceros* adscriptae, quae quidem sunt tales, ut dubitem, cui *Rhinocerotinarum* subfamiliae generi sint tribuendae; quare in Appendice generis *Rhinoceros* earum mentionem feci.

Spec. 1. **Rhinoceros meridianus** Leidy.

Rhinoceros meridianus Leidy *Proceed. Acad. nat. sc. Philadelph. 1865, p. 176; Journ. of the Acad. nat. sc. of Philadelphia sec. ser. Vol. VII (1869), p. 229, Pl. XXIII, Fig. 10 et ib. p. 357 et p. 390.*

Molaris penultimi maxillae dextri lateris coronae fragmentum unicum speciei fulcimentum sistit.

Patria Washington County, Texas. Miocaen?

Spec. 2. **Rhinoceros hesperius** Leidy.

Rhinoceros hesperius Leidy *Proceed. nat. sc. Philadelphia 1865, p. 176*; *Journ. Acad. nat. sc. Philadelphia sec. ser. Vol. VII, p. 230, Pl. XXIII, Fig. 11, 12, p. 357 et p. 390.*

Mandibulae dimidium dextrum magna ex parte completum cum dentibus, incisivo et molaribus posterioribus tribus, speciei fundamentum proprium sistit. Alias enim reliquias e ditione Oregon acquisitas i. e maxillae fragmentum cum molari integro *Pl. II, Fig. 8* et mandibulae fragmentum pariter molari (*ib. Fig. 9*) instructum Leidy (*Report U. States geol. Surv., Extinct vertebr. Fauna of the western-territories Washington 1873, p. 220 et p. 328*) quadam verisimilitudinis specie et signo interrogationis addito tantum *Rhinoceroti hesperio* suo adscripsit.

Patria Calaveras County Californiae (Miocän?).

Spec. 3. **Rhinoceros pacificus** Leidy.

Rhinoceros pacificus Leidy *Proceed. Acad. n. sc. of Philadelph. 1871, p. 248*; *Report U. States geolog. Surv., Extinct vertebr. Fauna of the western territories Washington 1873, p. 221, Pl. II, Fig. 6, 7 et Pl. VII, Fig. 24, 25 nec non p. 328.*

Speciei fundamenta secundum Leidy sunt maxillae superioris fragmentum, cujus dentium molarium coronae desunt et molares sejuncti. Molarium superiorum unus *Pl. II, Fig. 6 et Fig. 7*, mandibularium vero *Pl. VII, Fig. 24, 25* est repraesentatus.

Patria stratum miocaenum ditionis Oregon.

Spec. 4. **Rhinoceros annectens** Marsh.

Rhinoceros annectens Marsh *American Journ. of sc. (New Haven 1873) 3 ser., Vol. V, p. 409.*

Rhinoceroti pacifico dentium molarium superiorum ratione in universum quidem similis, sed notis peculiaribus eorum distinctus et $^1/_2$ minor.

Dentes incisivi similes partibus homologis *Rhinocerotis javanici.*

Reliquiae in stratis miocaenis ditionis Oregon sunt repertae.

Spec. 5. **Rhinoceros oregonensis** Marsh.

Rhinoceros oregonensis Marsh *Americ. Journ. 3 ser. Vol. V 1873, p. 410.*

Plures nonullorum individuorum *Rhinocerotis* partes hucusque sunt repertae, quarum una, ut observavit Marsh, molarem maxillarem sistit ab homologo cognitarum specierum diversum quemque eam ob causam speciei $^2/_3$ circiter magnitudinis *Rhinocerotis crassi* Leidyi praebenti *Rhinoceroti oregonensi* adscriberet.

Reliquiae depositis pliocaenis ditionis Oregon originem pariter debent.

c. BICORNES.

Genus IV. Ceratorhinus Gray.

Processus postglenoidalis et posttympanicus, in *C. sumatrensi* saltem, interstitio magno sunt disjuncti, qua de causa meatus auditorii (apertura sensu recto extrorsum tendente muniti) parietis inferioris partem haud constituunt. Eminentia parva cornu posterioris insertionis locum in ossibus frontis indicans ante medium eorum conspicua. Partis nasalis anterius dimidium angustatum et acuminatum. Narium aperturae altae, subcordatae, breves, postice parum vel vix humiliores. Dentes incisivi plus minusve ad defectum inclinantes, in junioribus $^4/_4$, in adultis supra posteriorum duorum, infra mediorum duorum

jactura $\frac{1,1}{1,1}$. Corium verrucosum, plus minusve, in junioribus largius, pilosum, non autem codario ut in *Tichorhinis* vestitum. Truncus plicas cutaneas minores quam in *Rhinocerotibus unicornibus* asiaticis offert et plica transversa supra regionem femoralem in his conspicua (excepto *Ceratorhino cucullato*) caret. Plicarum collarium et scapularium, nec non partis scapularis plicis transversis haud divisae ratione *Ceratorhinus sumatrensis Rhinoceroti sondaico* similior est quam *indico*. Cornua supra basim latam plerumque subito admodum attenuata, recurva, basi interstitio sejuncta vel conica et compressa inveniuntur. Secundum Garrod l. l. ceterum *Ceratorhinus sumatrensis* glandulae pedum posterioris faciei defectu, stomacho magis equino et tapirino simili, pone oesophagi insertionem sacculo coeco munito, in duodeni initio in saccum haud dilatato, intestini tenuis membrana mucosa ab initio glabra, postea eminentias transversas, numerosas, valvulis conniventibus humanis similes, margine libero integras ostendente, a *Rhinocerote indico* differt. *Ceratorhini* ceterum cornuum binorum praesentia *Atelodis* et *Dihoplis*, dentium incisivorum ratione pariter *Dihoplis*, *Rhinocerotibus unicornibus* vero non solum incisivorum qualitate, sed etiam parte nasali antice accuminata affines conspiciuntur, quare inter *Rhinocerotes bicornes* et *unicornes* quodammodo intermedii apparent. Corpus plerumque pilosum, relationem quidem quandam ad *Tichorhinos* indicare videtur, in universum tamen ab his non solum cranii figura, sed etiam dentibus incisivis et pilorum multo majore raritate admodum recedunt. Quod ad meatum auditorium osseum infra haud obtectum attinet, *Ceratorhini* observante Flowero (p. 445) *Palaeotheriorum, Tapirorum* et *Equorum*, secundum meas observationes vero etiam *Elasmotherii*, typum referunt, dentium incisivorum ratione et caninorum defectu etc. vero satis distinguuntur.

Quantum constat Asiae australis et insularum majorum finitinarum, nominatim sondaicarum incolae.

Spec. 1. **Ceratorhinus sumatrensis** Gray.

Rhinoceros Parsons *Philosoph. Trans. Vol. XLII (1743), Tab. III, Fig. 4, 5 (cornua).*[1])

Rhinoceros sumatrensis Cuv. *Règne an. éd. 1re, T. I (1817), p. 240, Rech. s. l. ossem. foss. nouv. éd. II, p. 27, Pl. IV, éd. 8, III, p. 42, Pl. 42, Fig. 8 (cranium).* — Fischer *Synopsis mammalium, p. 415.* — Blainville *Ostéogr. Rhinocéros, Pl. II.* — Sclater *Proceed. z. soc. 1872, p. 790 etc., Fig. 4, 5 (caput), Pl. LXVII (animal), Trans. zool. soc. Vol. IX 1877, p. 650, Pl. XCVII (animal).* — Flower *Proceed. z. soc. 1876, p. 144 etc. (characteres craniologici).* — Bartlett *Proceed. z. soc. 1873, p. 104, Pl. XI (vitulus).*

Sumatran Rhinoceros W. Bell *Philos. Trans. 1793, P. I no II, p. 3 (Animal et cranium).* — Home *ib. 1821, T. XXII, p. 270, Pl. 21, 22 (stomachus et sceletus).* — Shaw *Gener. Zool. I, 1, p. 207.*

1) Parsons primus fuit, qui partes *Ceratorhini sumatrensis* i. e. cornua repraesentavit.

Rhinoceros sumatranus Raffles *Linn. Trans. XIII (1820), p. 268.* — Schreb. *Säugeth. VI (1835), p. 323, Taf. CCCXVIII G.* — Blyth *Journ. asiat. soc. Bengal. Vol. XXXI, p. 159, Pl. III (crania).* — S. Müller *Verhandlingen over de natuurlike Geschiedenis de nederlandsche overzeesche Bezittingen Zooelogie Mamm., Tab. 34.*

Rhinoceros Crossii Gray *Proceed. z. soc. 1854, p. 270 (Cornu).* — Blyth *l. l. Pl. III, Fig. 1 (cranium), Pl. IV, Fig. 4 (cornu maximum);* Blyth apud Gray *Ann. of nat. hist. (4 ser.), Vol. XI (1873), p. 361.*

Ceratorhinus sumatranus Gray *Proceed. z. soc. 1867, p. 1021, Catal. of. Pachyd. p. 315, Handlist p. 47; Ann. and Mag. of nat. hist. 4 Ser. Vol. XI (1873), p. 357 et XII, p. 252.*

Ceratorhinus sumatrensis (Anatome) Garrod *Proceed. z. soc. 1873, p. 92, c. figuris.*

Ceratatorhinus niger Gray *Ann. and Mag. nat. hist. (4 ser.) Vol. XI (1873), p. 357, Vol. XII (1873), p. 252, Handlist p. 48, Pl. 19.*

Ceratorhinus Crossii Gray *Ann. nat. hist., ser. 4, Vol. X, 1872, p. 209.*

Ceratorhinus Blythii Gray *ib. Vol. XI (1873), p. 360 et 361.*

Corpus pilis brevioribus, rigidis, nigris obsessum. Corium minus glabrum et minus pallidum. Auriculae minus quam in *lasiotide* distantes, facie interna pilosae, apice pilis sparsioribus, brevioribus fimbriatae. Cauda longiuscula, pilis nigris, sparsis, in apice ejus fasciculum genuinum haud formantibus, obsessa. Corporis supra humerum humilioris statura minus torosa. Quod ad dentes molares attinet, Flower p. 449 quae sequuntur communicavit: «The molar theeth of *Rhinoceros sondaicus* and *sumatrensis* are remarkably alike. Busk has pointed out characters by which the can be distinguished, but require great attention to detect. One of them (the difference in the relative length and breadth) does not appear to bear application to a considerable series of individuals. Tolerably constant appears the greater depth of the posterior as compared with the median sinus in *Rh. sumatrensis* whence it results that in an extremely worn tooth of the latter there are always two fossae, the median and posterior while in *Rh. sondaicus* the posterior disappears, leaving finally only a single fossa in the wide surface of exposed dentine. In *Rh. unicornis* in a corresponding stage of attrition are three fossae — the median, accessory, and posterior. — The premolars of *Rh. sumantrensis* can be distinguished from those of *Rh. sondaicus* by the complete absence of the double crochet above mentioned as usually, if not always present in the latter». — Flower p. 447 porro observavit dentes incisivos minores quam in *Rhinocerotibus unicornibus* esse et mandibularium laterales ad defectum inclinare, intermedios vero constanter deesse, ita ut eo *C. sumatrensis* quodammodo ad species africanas tendat.

Magnitudine *Ceratorhinus sumatrensis* a reliquis *Rhinocerotidum* speciebus viventibus superatur. Femina a Müllero et Schlegelio dimensa 2 Met. 48 longitudinem et 1 Met. 35 altitudinem tantum obtulit.

Habitat in Pegu, Siam, in Peninsula Malacca (Tavoy, Tenasserim), nec non in insulis Sumatra (ubi primum est detectus) et Borneo. De praesentia ejus in hacce insula antea est disputatum; etiamsi enim jam Blyth, *Journ. as. soc. Beng. Vol. XXXI (1862)*, dixerit: *Rhinocerotem sumatrensem* in insula Borneo pariter occurrere, Murray nihilominus tamen (*Geographic. Distr. of Mamm., p. 338*) de hac re adhuc dubitavit. Wallace (*Proceed. zool. soc. 1874, p. 498*) cornuum ope praesentiam demonstravit, Flower denique l. l. *p. 450* probavit Museum britannicum cranium speciminis juvenilis *Rhinocerotis sumatrensis* ex ipsa insula Borneo relatum a Lowio annis recentissimis accepisse, ita ut de *Rhinocerotis* dicti in insula modo commemorata praesentia non amplius dubitari possit.

Observationas quaedam ad *Ceratorhinum nigrum*, *Crossii* et *Blythii* spectantes.

Ceratorhinus niger Grayi nititur illo specimine, quod hortus zoologicus londinensis ex peninsula Malacca 1872 accepit cujusque anatomen Garrodio debemus (cf. Sclater *Trans. zool. soc. p. 651*). Sclater, Garrod et Flower, quibus assentiendum est, *Ceratorhinum nigrum* non agnoscunt, sed eum *Ceratorhino sumatrensi* adscribunt. Equidem *Ceratorhini nigri* characteres craniologicos et figuram Grayi (*Handlist p. 48, Pl. XIX*), nec non cranii varias figuras *Ceratorhini sumatrensis* a Blythio communicatas comparans *Ceratorhini nigri* cranium *Ceratorhini sumatrensis* varietatem brevicipitem esse putarem, qualem etiam in aliis Rhinocerotidum speciebus, e. c. in *Atelodo antiquitatis* et *Merckii* demonstravi.

Ceratorhinum Crossii Grayus primum quidem (1854—1872) pro specie peculiari habuit, anno 1873 vero ad *Ceratorhinum nigrum*, igitur ad *sumatrensem* verum, non ad *Ceratorhinum sumatranum suum* ib. p. 47, *lasiotidem* Sclateri quoque amplectentem, retulit.

Quam Grayus *Ceratorhini Blythii* nomine «provisionally», ut ipse ait, secundum cranii animalis junioris mandibulam, cum mandibulis *Ceratorhini nigri* sui haud congruentem, l. l. proposuit species fundamento multo minus adhuc apto quam *Ceratorhinus niger* et *Crossii* nititur.

Verba quaedam ad *Ceratorhini sumatrensis* reliquias fossiles indicas spectantia.

Secundum Blyth (*Journ. asiat. soc. of Bengal, Vol. XXXI (1862), p. 156 et 157) Rhinocerotis* reliquiae statu fossili in montibus subhimalayanis repertae, a Falconer et Cautley (*Fauna antiqua sivalensis Part. VIII, Pl. 72*) speciei exstinctae peculiari (*Rhinoceroti platyrhino*) vindicatae, varietati majori *Ceratorhini sumatrensis* adscribi possent.

Spec. 2. **Ceratorhinus lasiotis** Sclater.

Rhinoceros lasiotis Sclater *Report. Brit. Assoc. 1872, p. 140; Proceed. z. soc. 1872, p. 493 et 790, Pl. XCVIII; Trans. zool. soc. Vol. IX, Pl. XCVIII 1877, p. 652.* — Flower *Proceed. z. soc. 1876, P. III, p. 450.* — Noll *Zoolog. Garten Jahrg. XIV, p. 85.* — *Rev. List of Vert. Suppl. p. 8.*

Ceratorhinus lasiotis Garrod *Proceed. z. soc. 1873, p. 92.*

Ceratorhinus Crossii Blyth *Journ. asiat. soc. Bengal. Vol. XLIII (1875), p. 51.*

Ceratorhinus sumatranus seu sumatrensis Gray *Handl. 1873, p. 47, et Ann. nat. hist. Vol. XII (1873), p. 252.*

Rhinoceros sumatrensis Anderson *Proceed. zool. soc. 1872, p. 129* (Descriptio), Sclater ib. *p. 185.*

Rhinoceros Crossii Gray opinante Blyth apud Gray *Ann. nat. hist. Vol. XI (1873), p. 361.*

Corpus pilis longioribus, tenuioribus, pallide brunneis, rufescentibus obsessum. Corii magis glabri color pallidior. Auriculae multo magis inter se quam in *Rh. sumatrensi* distantes, facie interna fere nudae, in parte apicali externa pilis longis, densis, subfasciculatis fimbriatae. Cauda, brevis, largius pilosa, apice pilis fuscis, longis penicillata. — Sclaterus praeterea corpus magis torosum et supra humerum altius quam in *Rhinocerote sumatrensi* esse notavit.

Patria. Specimen in Bengalia orientali prope Chittagong captum in horto zoologico Londinensi nunc vitam degit.

Dictum specimen in universum habitu generali, nominatim etiam cornuum figura, *Ceratorhino sumatrensi* simile primum quidem ab Andersonio et Sclatero l. l. ei adscribebatur, serius tamen a Sclatero pro specie peculiari *Rhinocerotis lasiotidis* nomine est declaratum. Grayus contra *C. lasiotidem* cum *Ceratorhino sumatrensi*, Blythius cum *Crossii* Gray conjunxit.

Secundum Flower species hucusque characteribus quibusdam externis tantum, non autem simul etiam cranio et dentibus nititur. Ipse Sclater praeterea nuper (*Trans. zool. soc. IX*) pristinam opinionem ad differentiam specificam *Ceratorhini lasiotidis* spectantem moderavit, ait enim: se pro tempore putare *Rhinocerotem lasiotidem* formam forsan borealem esse, *Rhinocerotem sumatrensem* in regione Chittagong et in Assam repraesentantem.

Spec. 3. **Ceratorhinus cucullatus** Nob.

Rhinoceros cucullatus Andr. Wagner, *Schreb. Säugeth. Forts. Th. VI (1835), p. 317, Taf. CCCVII F, ib. Supplem. Bd. V, p. 516.* — Giebel, *Säugethiere, p. 202.*

Rhinoceros bicornis Blumenbach apud Bruce, *Reisen, Uebers. Bd. V, p. 284, Taf. 45;* Noll, *d. zool. Garten, Jahrg. XIV, p. 142.*

Rhinoceros indicus Gray, *Catal. of Pachyd., p. 304.*

Rhinoceros sumatranus Blyth, *Journ. of Soc. of Bengal, Vol. XXXI (1863), p. 154.*

Sub antecedentis saeculi fine a missionariis catholicis Museo pristino electorali urbis Mannheim donatum est *Rhinocerotis* corium, ibi jam 1791 a Blumenbachio observatum, sed pro *Rhinocerote bicorni*, ut videtur, habitum, in Bruce's *Reisen z. Entdeckung d. Quellen d. Nils, übers. v.* Volkmann und Tychsen breviter commemoratum atque *ib. Tab. 45*

icone bona, a seriore, quam publicavit A. Wagner, parum diversa, est illustratum. Specimen dictum postea in museum monacense transiit, ubi jam a Waglero speciei peculiari tribuebatur, quam Andr. Wagner *Rhinocerotis cucullati* nomine accurate descripsit et icone bona illustravit. Blumenbachius ceterum quod ad magnitudinem et sexum notaverat specimen commemoratum femineum esse, 3 pedum 8 pollicum altitudinem et 7 pedum 8 pollicum longitudinem offerre et cornu anterius 16 pollicum, posterius 5 pollicum longitudinem praebens ostendere.

Wagnerus l. l. *Rhinocerotis cucullati* specimini effarcto, cranio cum dentibus incisivis, excepta mandibula et molaribus ejus, carenti, quae sequitur diagnosin tribuit.

Rhinoceros cornubus duobus, capite sensim elevato, plicis cutis profundis, clypeo scapulari indiviso, supra latiori, epidermide verrucis parvis obsita.

Diagnosi addidit: specimen primo intuitu a speciebus cognitis in eo differre, quod plicas cutaneas *Rhinocerotum unicornium*, sed cornua bina, unius loco, possidet. Plicas cutaneas propter corii crassitudinem corio effarcto praeparationis ope addi non potuisse deinde omni jure demonstravit. Fatetur porro, quum cornu nasale excisum et effarcti speciminis capiti artis ope affixum invenit, se ipsum ab initio omnino dubitasse, quin cornu dictum re vera ejusdem esset individui. Serius tamen reputans in speciminis parte frontali corii eminentiam cornu frontalis partis basalis cavitati congruam inveniri et e corio eminentiam cornigeram ambiente fibras liberas corneas in cornu transire, dictum cornu igitur frontale genuinum repraesentare, quale in *Rhinocerotibus bicornibus* semper cum cornu nasali occurrit, non amplius dubitavit, quin *Rhinoceros cucullatus* speciebus bicornibus sit adnumerandus.

E characterum numero, quos Wagnerus *Rhinoceroti cucullato* suo tribuit, qui sequuntur notatu digni videntur: Caput elongatum inde ab occipite sensim declive. Aures convoluti, depiles. Labium superius appendice digitiformi munitum. Cornu anterius satis altum, modice recurvatum, partem basalem rotundatam offert et, ut in aliis Rhinocerotibus, supra narium aperturas conspiciebatur. Cornu posterius anteriori approximatum, margine posteriore pone oculos prominens, anterioris dimidium praebens eoque magis compressum, sed pariter paulisper recurvatum. Ungulae *Rhinocerotis indici* ungulis sensu transverso latiores et margine superiore, nec non inferiore fortiter rotundati (non truncati) apparent. — Cauda mediocris (forsan haud integra) parte terminali compressa et in marginibus setis obsessa. Mammae duae inguinales. — Colli plicarum anterior collum totum, posterior vero partem ejus inferiorem tantum ambit. Pone plicarum collarium posteriorem plica transversa insignis e dorsi utriusque latere ad pedis partem e trunco prominentem descendit plicam transversam supra pedis superiorem partem emittens, quae in plicam perpendicularem, postice emarginatam, pone regionem scapularem in dorsum adscendit ibique cum oppositi lateris plica ei correspondenti confluit. Tali modo regio trunci scapularis utraque quodammodo lorica obtecta conspicitur. E dorso porro plica ante femora versus regionem inguinalem descendit et plicam abdominalem, rectam, horizontalem, lateralem, minus fortem, antrorsum versus loricae scapularis inferiorem partem emittit. Inde a regione anali utraque plica minus fortis an-

trorsum versus plicam a dorsi parte posteriore descendentem sensu horizontali supra pedem discurrit. Cum plica dicta antice plica perpendicularis, ante femur descendens, conjungitur, quae plicam supra femoris inferiorem partem sensu horizontali discurrentem emittit, e cujus posteriore parte plica perpendicularis adscendit. Corium tantum verrucis parvis in trunco, capite et pedibus distinctissimis, non autem pilis obsessum, qui quidem forsan tamen, ut in aliis *Ceratorhinis*, quamquam rariores adfuerunt, sed ob speciminis aetatem perierunt. Color pallide brunneus.

Dimensiones maxime notabiles a Wagnero allatae sunt: Corporis longitudo a rostro ad anum 6 ped. 11 poll. — Capitis liberae partis longitudo 2 ped. — Corporis altitudo supra humerum 3 ped. 4 poll. 6 lin. — Cornu anterioris altitudo 1 pes 5 poll., cornu posterioris altitudo 7 poll.

Quum ab initio de specifica differentia *Rhinocerotis cucullati* quodammodo dubitabam et de characteribus quibusdam a Wagnero datis, nec non de patria ejus accuratior cognitio optanda esse videbatur, Musei zoologici Monacensis Directori Illustrissimo v. Siebold literas misi, qui de cornubus, plicis et quae sequuntur de specie dicta benevole communicavit: Capitis, praesertim rostri longitudo, nec non rostri latitudo ad *Rhinocerotem bicornem*, non ad *unicornem* quadrant. Cornua bina, ut in aliis bicornibus, magnitudine omnino differunt, sed colore et substantia conveniunt, nec non basali parte circulari et fossa inferiore, cornu affixioni destinata, rotundata a cornubus *Rhinocerotum unicornium*, fossam inferiorem diametro longitudinali longiorem, diametro transversa vero breviorem possidentibus distinguuntur. Cornu posterius (frontale) sine dubitatione ad *R. cucullatum* spectans non *Rhinocerotis* speciei unicorni, sed bicorni ob affixionis locum tantum tribui potest. Sieboldius igitur demonstravit utrumque cornu in *Rhinocerote cucullato* monacensi conspicuum ad eum re vera spectare, ita ut speciebus bicornibus sine dubitatione sit adnumerandus. Annotavit ceterum de plicis cutaneis in dorso et nucha conspicuis eas plicas veras constituere, quod non de eminentiis coxarum, femorum et abdominis laterum valeret, quae in figura Wagneri *Rhinocerotis cucullati* plicarum formam pariter offerunt.

Quae de *Rhinocerotis cucullati* characteribus sunt communicata et e figura Wagneri derivari possunt notas considerantes et cum qualitatibus variarum *Rhinocerotum* specierum aliarum comparantes concludere licet eum speciem distinctam omni jure formare posse generi *Ceratorhinus* Grayii, propter cornua bina et plicas corii magnas, ex parte spatia loricis similia terminantes adjungendam.

A *Ceratorhino sumatrensi Rhinoceros cucullatus* cornu nasali conico satis compresso, inde a basi rotundata haud valde dilatata versus apicem sensim angustato, non ut in *sumatrensi* supra basin dilatatam in partem subito attenuatam, recurvatam desinente, differt. In *Rhinocerote cucullato* porro plica collaris brevior ad nucham non ascendit ut in *Ceratorhino sumatrano*, ubi altior invenitur. Plicae humerales descendentes in *Ceratorhino cucullato* spatium loricae simile supra latius, infra angustius quam in *Ceratorhino sumatrensi* et *lasiotide* includunt. In *Ceratorhino cucullato*, ut in *Rhinocerotibus unicornibus*, plicae trans-

versae debilis vestigium supra femoris partem superiorem discurrit, in *Ceratorhino sumatrensi* et *lasiotide* deficiens. In *Ceratorhini cucullati* specimine pili, in *Ceratorhino sumatrensi* et *lasiotide* conspicui, non sunt reperti.

Capitis figura, plicarum trunci ratione generali, sicuti plicae seu eminentiae transversae femoralis praesentia, cornuum, nominatim nasalis, forma, nec non forsan etiam corpore depili ceterum *Ceratorhinus cucullatus Rhinocerotibus unicornibus*, nominatim *sondaico* affinior apparet quam *Ceratorhinus sumatrensis*, ita ut quodammodo formam inter *Rhinocerotes unicornes* et *Ceratorhinum sumatrensem* intermediam sistere possit.

Valde dolendum praeterea esse videtur, quod cranio et dentibus *Ceratorhini cucullati* caremus ad characteres osteologicos ejus pariter eruendos et ad valorem ejus specificum etiam his confirmandum. Quod quidem eo magis optandum erit, quum varii naturae scrutatores eum ad alias *Rhinocerotidum* viventium species retulerint.

Gray l. l. Wagneri descriptionem et figuram exactam pro *Rhinocerotis indici* specimine, cui a praeparatore cornu secundum addebatur, sine ulla causa declaravit.

Blyth (*Journ. of soc. of Bengal XXXI* (*1863*), *p. 154*) interrogavit: «what is *Rhinoceros cucullatus?* Unless an ill-stuffed *Rhinoceros sumatranus!*» Hanc assertionem adminiculo pariter carere cornuum et plicarum corii utriusque speciei exacta comparatio docet.

Sclater et Bodinus (Noll *D. zoologische Garten*, *Jahrgang XIV*, *p. 142*), ut jam fecit Blumenbachius, *Rhinocerotem cucullatum* ad *Rhinocerotem bicornem* retulerunt.

De speciminis patria jam Wagnerus nihil certi comperire potuit. — Giebelius *Säugethiere*, *p. 202*, Harris *Highlands of Aethiopia II*, *p. 425* citans, *Rhinocerotem cucullatum* Abyssiniam australem habitare refert. Giebelium sequutus esse videtur Murray (*Geopraphic. distribut. p. 171*).

Illustrissimus de Siebold, denuo catalogis Musei monacensis quod ad patriam Rhinocerotis cucullati disquisitis, benevole mihi communicavit catalogos dictos nihil certi offerre. In catalogis anno 1816 scriptis bis legitur speciem dictam originem ex Africa ducere. Serius nomen patriae est mutatum, ita quidem ut species *Rhinocerotis indici bicornis* nomen acceperit. Posteriore denique tempore in schedula patriam ejus Abyssiniam esse notatum invenitur.

Quum speciei facies generalis, praesertim plicae trunci magnae, et corium verrucosum affinitatem haud denegandam cum *Rhinocerotinis* asiaticis manifestant, putares eam non Africam, sed potius Asiam australem vel insulas sondaicas habitare, cui opinioni favet quoque Ill. v. Sieboldii communicatio.

Valdopere optandum esse videtur ut patria vera speciei memorabilis mox detegatur et structura ejus accuratius cognosci possit.

Genus V. Dihoplus Nob.

Cranii pars occipitalis cristam superiorem postice squamam parum superantem ostendit. Processus postglenoidalis pars basalis parti basali processus posttympanici valde ap-

proximata, ita ut meatus auditorii pars inferior, praeter rimam angustam intermediam, claudatur. Eminentiae frontalis cornigerae dimidium posterius orbitae oppositum. Pars nasalis admodum lata, haud acuminata, margine anteriore integra, rotundata. Narium aperturae postice humiles, arcuatae. Dentes incisivi omnes utriusque mandibulae, ut videtur, diu saltem persistentes (cf. Kaup Ossém.). Genus quodammodo formam intermediam inter *Holodontes* generis *Ceratorhinus* et *Colobodontes* generis *Atelodus*, nominatim subgenera ejus *Colodus* et *Mesorhinoceros*, ut videtur, repraesentans. Dentium incisivorum ratione enim *Ceratorhinis* et *Rhinocerotibus unicornibus*, cranii vero, nominatim partis nasalis latae figura, *Atelodorum* subgeneribus affinius apparet.

Spec. 1. **Dihoplus Schleiermacheri Kaup.** Nob.

Rhinoceros Schleiermacheri Kaup *Isis von Oken, Jahrg. 1832, Heft VIII, p. 902, Taf. XVIII, Fig. 2;* Kaup *Description d'ossements foss. III cah. 1834, p. 33, Atlas Taf. X—XIII.*

Kaup *Beiträge zur näheren Kenntniss der urweltlichen Säugethiere, 1862, Heft I, Taf. 1, 3, 5, 7, 9, 10.*

A. Wagner *Abhandl. d. königl. Akad. d. Wissenschaften z. Münch. math. phys. cl., Bd. V (1854), p. 354.*

A. Wagner *ib. Bd. VIII, Abth. I, 1860, p. 132, Tab. VI, Fig. 14 (cranium).*

Roth et Wagner *ibid. Bd. VII, p. 431.*

Gaudry *Anim. foss. de l'Attique, p. 202, Pl. XXXII (cranium et pedum ossa).*

Rhinoceros Schleiermacheri Kaup et sansaniensis Lartet. *Duvernoy, Archiv. d. Mus. d'hist. nat., T. VII, p. 80, 84, Pl. I, Fig. 1.*

Rhinoceros incisivus Cuvier *Recherches sur l. oss. foss. 4^{me} éd T. III (id est partes nonnullae, p. 167, praesertim cranii figura a Schleiermachero ei missa, cf. Kaup Beiträge).*

Rhinoceros incisivus Cuv. *mas.* Blainville *Ostéographie Rhinoceros, p. 149, p. 152 et p. 175;* Laurillard *Dictionn. univers d'hist. nat. T. XI, p. 100.*

Rhinoceros sansaniensis seu Schleiermacheri *Gervais Zool. et paléontol. fr. 2^{e} éd. p. 99.*

Rhinoceros indicus D'Alton *Skelete d. Pachydermen T. IX, Fig. 6.* [1])

Rhinoceros leptodon Kaup *Description d. oss. foss. p. 46.*

Genus cranii figura *Ceratorhini sumatrensis* haud dissimile, differt tamen parte nasali lata, antice haud acuminata, sed rotundata, margine anteriore integerrima, fossa temporali longiore, antice paulo humiliore, narium aperturis posteriore parte humilioribus, inde a

1) Cranium a D'Altonio repraesentatum omnino paulo brevius quam in figura a Kaupio data apparet, nihilominus tamen longius quam in *Rhinocerote indico* invenitur, nec non eminentiis cornigeris binis, maxillis superioribus latioribus, narium aperturis multo longioribus et humilioribus distinguitur atque ad *Rhinocerotis sansaniensis* Gervaisii cranium magis inclinat.

medio subangustatis, ossibus incisivis altioribus, incisivo posteriore persistente (interdum?) munitis, sicuti mandibula rectiore, infra subemarginata, antice paulo alteriore, symphysi crassiore, valde adscendente et parte adscendente altiore instructa.

Species a Kaupio commode fundata inter *Rhinocerotes* exstinctos quod attinet ad cranii rationem generalem, parte nasali excepta, *sumatrensem* repraesentans. Reliquiae osseae in Germania occidentali, nec non in Britania (Suffolk) et in Graecia prope Pikermi, si autem a *sansaniensi* re vera non differt, forsan etiam in Gallia sunt repertae. Quod ad magnitudinem attinet, species majoribus vel saltem magnitudine mediis *Rhinocerotibus* adnumeranda esse videtur.

?Spec. 2. **Dihoplus sansaniensis** Lartet Nob.?

Rhinoceros sansaniensis Lartet apud Laurillard *Diction. univ. d'hist. nat. d'Orbigny, T. XI, 1848, p. 100.*

Rhinoceros sansaniensis = Rhinoceros Schleiermacheri Duvernoy *Archiv. d. Mus. d'hist. nat. T. VII, p. 84, Pl. I, Fig. 1a* (excluso synonymo *Rhinoceros incisivus*).

Rhinoceros sansaniensis Kaup *Beiträge Rhinoceros p. I, Taf. X, Fig. 2* (cranium).

Rhinoceros sansaniensis Gervais *Zoologie et Paléontologie génér., 2. Sér., T. II, Pl. XXV* (cranium). — Fraas *Fauna von Steinheim, p. 16, Taf. III, IV.*

E synonymis modo laudatis apparet Duvernoyum de *Rhinocerotis sansaniensis* et *Schleiermacheri* diversitate dubitasse, Kaupium nec non Gervaisium et Fraasium vero eum a *Rhinocerote Schleiermacheri* distinxisse.

E cranii *Rhinocerotis Schleiermacheri* a Kaupio, dein a D'Altonio et Gaudryo repraesentati accurata inspectione apparet: haecce crania invicem esse admodum similia.

A craniis laudatis specimen a Duvernoyo et Kaupio, sicuti a Gervaisio, repraesentatum *Rhinoceroti sansaniensi* adscriptum, his quae sequuntur, notis differre tantum videtur.

Cranium subabbreviatum, facie superiore paulo fortius impressum. Pars occipitalis altior. Ossa nasalia sublongiora et paulo magis arcuata. Narium aperturae altiores. Maxillae superiores inter narium aperturas et orbitas angustiores. Mandibulae rami humiliores, rectiores, margine inferiore recti. Symphysis vix adscendens.

Differentiae modo laudatae, si essent constantes, *Rhinoceroti sansaniensi* speciei distinctae notionem re vera praeberent, sunt autem praecipue tales, quae in *Rhinocerotum* speciebus aliis variabiles apparent. Cranium pikermense *Rhinocerotis Schleiermacheri* a Wagnero repraesentantum nominatim notis pluribus ad crania *Rhinoceroti sansaniensi* tributa (praeter maxillas, ut in craniis aliis genuinis *Rhinocerotis Schleiermacheri* Kaupii etc. latioribus) accederet eamque ob causam quodammodo pro forma inter dicta crania *Rhinocerotis Schleiermacheri* et *sansaniensis* intermedia haberi posset. Quod ad longitudinem minorem cranii *Rhinocerotis sansaniensis* attinet notandum ceterum est in *Atelodo antiquitatis* seu *tichorhino* et *Merckii*, ut in commentario de *Tichorhinis* probavi, cranii

formas (i. e. varietates) duas, *longicipitem* et *brevicipitem*, occurrere. Quare similis ratio in aliis *Rhinocerotum* speciebus, nominatim etiam in *Rhinocerote Schleiermacheri*, pariter conjici posset.

Quae quum ita sint, equidem pro tempore illis palaeontologis assentirem, qui *Rhinocerotem sansaniensem* a *Rhinocerote Schleiermacheri* haud sejungunt. Quam ob rem *Rh. sansaniensi*, pluribus novis reliquiis confirmando, signum interrogationis addidi.

Rhinocerotis seu *Dihopli sansaniensis* reliquiae in Gallia prope Sansan sunt repertae.

Cohors B. Colobotemnodontes.[1])

Dentes incisivi, quod ad figuram subaequales, rudimenta parva vel minima, subconica vel rotundata, in maxillis saepe restantia, aut plus minusve cito evanescentia repraesentant. Cornua bina, nasale et frontale in utroque sexu.

Genus VI. Atelodus Pomel (1853).

Dentes incisivi parvi, abortientes vel saltem eorum singuli, vel nonnulli tantum, e gingiva parum prominentes. Cranii pars nasalis lata, convexa, crassa, margine anteriore truncato, subrotundato, vel rotundato, interdum in medio denticulum praebente, instructa. Corium in viventibus calvum, in trunco haud plicatum. In *Tichorhinis* pariter plicae trunci desunt, sed corpus totum pilis densissimis, jubam formantibus erat obsessum. Cornua plus minusve magna vel maxima[2]). Pedes omnes tridactyli.

Atelodi partis nasalis et dentium incisivorum ratione *Palaeotheriis* sunt minus affines quam *Ceratorhini*, *Rhinocerotes* proprii et *Aceratheria*. Quod ad patriam attinet, *Atelodi* varii Asiae dimidium boreale, Europam et Africam olim habitantes hodie in Africa tantum subgeneris *Colobognathi* speciebus binis repraesentantur.

Subgenus 1. Colobognathus Nob.[3])

Genus Rhinaster et Ceratotherium Gray.

Cranium abbreviatum vel elongatum, partem occipitalem superiorem retrorsum directam, condylos superantem praebet. Processus posttympanicus et postglenoidalis sub meatu auditorio haud prorsus uniti, sed rima angusta disjuncti. Pars nasalis ejus lateribus convexa, in marginis anterioris medio emarginata. Ossa nasalia crassa, lata, dimidio apicali haud acuminata, libera, i. e. cum ossibus intermaxillaribus haud conjuncta. Narium cavitas septo cartilagineo disjuncta. Narium aperturae fere subcordatae, altissimae, ab-

1) *Colobotemnodontes* (κολοβὸς mutilus, τέμνω seco et ὀδους dens) dixi, quum dentes incisivi eorum statum perfectum haud ostendant.

2) Notandum videtur species cornua maxima praebentes (*Tichorhinos*) dentes maxime abortientes possedisse.

3) *Atelodum bicornem* Subgeneri *Colobognathus* a κολοβός mutilatus et γνάθος maxilla, propter mandibulae symphyseos processum brevissimum, adscripsi.

breviatae. Ossa intermaxillaria et maxillarum superiorum pars anterior admodum brevis vel brevissima. Mandibulae tumidae symphyseos processus anterior brevis vel brevissimus. Dentes incisivi minimi, rudimentales, apice rotundati, in adultis plerumque evanidi, interdum tamen diutius persistentes. Corium plicis trunci magnis et pilis orbatum. Cornua quod ad formam et magnitudinem varia. Nasale semper plus minusve longum vel longissimum. — Africae centralis et australis incolae viventes.

Sect. A. *Dactylochilus*[1]) Nob. (Gen. *Rhinaster* Gray).

Cranium abbreviatum. Dentes incisivi minus rudimentales et diutius conspicui. Molares cristam cum unco unitam rarius offerunt (Flower, *p. 452*). Mandibulae symphyseos processus brevissimus, supra canaliculatus, infra compressus. Labii superioris medium appendice digitiformi, prehensili instructum. — Ramulos foliosos arborum et fruticum herbis praeferre solent, quare in regionibus sylvestribus et fruticosis degere amant.

Spec. 5. **Atelodus bicornis** Pomel e. p.

Atelodus bicornis et Keitloa Pomel.

Rhinoceros Kolbe *Reise nach d. Vorgebirge der guten Hoffnung p. 159, Taf. 4.*

Rhinoceros having two horns Parsons *Philos. Trans. f. 1743, p. 538, Tab. III, fig. 8, 9* (cornua). — Sparrmann *K. Vetensk. Acad. Handl. 1778, Vol. XXXIX, p. 303*, cum icone animalis et cranii; ejusdem *Reise n. d. Vorgebirge d. guten Hoffnung, p. 410.*

Rhinoceros bicornis Linn. *Syst. nat. éd. 10, I, p. 56, éd. 12, I, p. 104.* — B. Fischer *Syn. mamm., p. 415.* — Smith *Illust. Z. S. Africa, Pl. 2.* — Anderson *Reisen in Südwest-Africa II, p. 128—29.*

Rhinoceros bicorne du Cap Cuv. *Rech. s. l. ossem. foss. 4. II, p. 29, Pl. 4 et 16, éd. 8, T. III, p. 41 et 47, Pl. 54* (Skelet). — Blainville *Ostéogr. Rhinoceros*, variis locis et Pl. III (cranium). — Sclater *Proceed. z. soc. 1868, p. 529, Pl. 41; Trans. Zool. Soc. Vol. IX, P. XI n. 1. Dec. 1876, p. 655, Pl. XCIX.* — Flower *Proceed. zool. soc. 1876, p. 452* (cranium).

Rhinoceros africanus Cuv. *Règne an 1^e éd. I, p. 240, 2^e éd. I, p. 248.* — *Desmarest Mamm., p. 400.* — Harris *Portraits p. 81, Pl. 11.* — Duvernoy *Arch. du Mus. VII, Pl. VIII, Fig. 3* (*cranium animalis junioris*). — Andr. Wagner Schreb. *Säugeth. Forts. Th. VI, p. 331, Tab. CCCVII H, Fig. 4* (*cranium*). — Giebel *Säugethiere* (*1855*), *p. 200.*

Rhinoceros Brucei referente Blainvillio.

Rhinoceros niger Schinz *Syn. Mamm., p. 335.*

---

1) Nomen Sectionis a δάκτυλος (digitus) et χεῖλος (labium) derivatum, quum nomen *Rhinaster* jam a Waglero (loco *Condylura* Ill.) in *Systemate Amphibiorum* ejus sit apte propositum.

Rhinaster bicornis Gray *Proceed. z. soc. 1867, p. 1024, Catal. of Pachyderm., p. 310, Handlist, p. 51.*

Atelodus bicornis et Keitloa Pomel *Catal.*

Rhinoceros Plin. h. n. *Lib. VI c. XXX, 187.*

Tauri *aethiopici seu* ῥινοκερως (rectius conjiciente Facio ῥινόκεροτες) Pausan. *Lib. V, c. XII.*

Quanquam, ut mihi quoque videtur, sectionis *Dactylochilus* unica tantum species (*Atelodus bicornis*, *Rhinocerotem Keitloa* quoque amplectens) sit hucusque accipienda, quod ad cornuum rationem attinet tamen varietates tres ejus: varietatem *plesiocerotem*, *porrhocerotem* et *platycerotem* admitterem (cf. Observationes ad *Rhinocerotem* sic dictum *Keitloa* factas). Ad speciem ab *Atelodo simo* distinguendam praeterea adderem quae sequuntur: cornuum figura et distantia eorum basalis variabilis. Cornu nasale saepe recurvatum, conicum, frontale rectum vel subcurvatum et nasali multo brevius vel utrumque cornu compressum, frontale vero complanatum, dilatatum, nasali longitudine quidem subaequale, sed magis complanatum. Corium fusconigrum. Cauda basi rotundata, deinde compressa et pilis setosis obsessa, articulum genu vix superans.

Longitudo 10—12 pedum.

De sceleto et cranio scripserunt G. Cuvier, D'Alton et Blainville, de cranio praeterea egit Flower. De partium internarum ratione observationes unicas, quantum scio, hucusque communicavit Sparrmann. Secundum eum viscera in universum equinis sunt similia. Stomachum equino, sed magis suillo similem, coecum maximum, lienis latitudinem $^1/_2$ longitudinis, cordis longitudinem latitudini aequalem invenit. Uterque pulmonum incisura simplici erat incisus. Hepatis vesica fellea destituti longitudo $^1/_3$ latitudinis superabat. Cavitatem cerebralem parvam, nasalem vero amplissimam reperit. Penem in *Actis Petropolitanis* (*1779, I Hist. p. 61*) equino comparavit. De cute annotavit ejus crassitudinem minime tantam esse ut hastis et globulis perforari haud possit. Quod ad penem attinet, equidem glandem ejus, figuram Sparrmanni considerans, majorem et crassiorem, sed breviorem quam in *Rhinocerote indico* esse putarem.

Teste Andersonio *Atelodus bicornis* a *simo* longe majore ferocitate distinguitur.

Patria olim jam inde a Capite bonae spei incipiens nunc quidem teste Andersonio 23° lat. australis austrum versus rarius excedit. Terminos ejus boreales hodiernos ad Saharam extensos terrae sudanenses, deinde Darfur et Abessinia constituunt. Olim teste Plinio cum *Elephantis* etiam in locis sylvestribus et herbosis insulae Meroe quoque vixerunt *Rhinocerotes.*

Additamentum.

Observationes ad *Rhinocerotem* sic dictum *Keitloa* A. Smithii (*Atelodum Keitloa* Pomel) spectantes.

Rhinoceros keitloa seu ketloa A Smith *Catal. S. A. Mus., p. 7 (1837), Illustr. Zool. S. Afr., Pl. 1.* — Schinz *Synops. Mamm., p. 337.* — Gray *List Mamm., B. M.* — Blanford (*Notes*) *Observ. Abyss., p. 243.* — Anderson *Reisen in Süd-West-Africa* übers. von Lotze *Bd. II, 128* (*Capitis figura*), *p. 129* (*Descriptio*).

Rhinoceros bicornis capensis P. Camper *Act. Acad. Petropol. 1777 II, p. 193* (Capitis figura repetita apud Blumenbach *Abbild. Taf. 7, Fig. a*).

Rhinoceros Camperi Schinz *Synopsis Mammal. II, p. 335*, ejusdem *Monogr. I.*

Black Rhinoceros of Abessinia Baker *Albert Nyanza II, p. 175, Nile Tributaries, p. 246.*

Rhinaster keitloa Gray *Proceed. zool. soc. 1867, p. 1025, Catal. of Pachyderm (1869), p. 317.*

Rhinaster Keitloa *Var. 1* et *Var. 2* Camperi Gray *ib. Handlist, p. 51.*

Rhinoceros Keitloa ab A. Smith propositus et a variis auctoribus acceptus formam *Rhinoceroti bicorni* ita propinquam sistit, ut jam Wahlberg (*Archiv skandinavischer Beitraege I, p. 427*) dubitaverit, quin *Rhinoceros Keitloa* a *bicorni* specifice possit distingui. A. Wagner (*Schreb. Säugethiere Supplem. Abtheil. V (1855), p. 518*) et Giebel (*Säugeth. 1855, p. 208*), Wahlbergio assentientes descriptionem ejus omiserunt. Van der Hoeven (*Handb. d. zool. übers.* von Schlegel *Bd. II, p. 673* (*1856*) de *Rhinocerote Keitloa* tacet. — Blanford (*Geolog. and Zool. of Abyssinia, p. 243*) pariter teste Sclater (*Trans. zool. soc., Vol. IX, P. XI, no. 1, p. 658*), «has identified the Rhinoceros of N. E. Africa with *Rh. Keitloa*». P. L. Sclater (Noll *d. zool. Garten. Frankfurt 1873, p. 142*) inter crania plura *Rhinocerotis Keitloa* et *bicornis* differentias nullas observavit et *Rhinocerotem Keitloa* pro mare aetate provecto *Rhinocerotis bicornis* habuit. Grayus quidem (*Magaz. of nat. hist. III, fourth Ser.* (*1869*), *p. 244*) *Rh. Keitloae* specificum valorem defendere studuit. — Flower (*Proceed. z. soc. 1876, P. III, p. 453*), qui sceletos duos sic dicti *Rhinocerotis Keitloa* et alios *Rhinocerotis bicornis*, nec non crania et cornua ejus ex parte craniis affixa in Museo britannico observavit, nec cornua, nec crania, dentes et alias sceleti partes differentias tales praebuisse notavit, quae *Rhinocerotis Keitloae* diversitatem a *bicorni* confirmare possent.

Serius Sclater (*Trans. zool. soc. Vol. IX, P. XI, no. 1. Dec. 1876, p. 656*) ait: Specimina effarcta Musei britannici quidem differentias cornuum ratione offerre: *Rhinoceroti Keitloa* adscripta enim cornua longitudine aequalia vel satis aequalia ostendere, *Rhinoceroti bicorni* tributa vero cornu nasale $^1/_3$ circiter longius offerre quam frontale. Pagina 657 deinde notavit se exemplaria inter *Rhinocerotem Keitloa* et *bicornem* intermedia vidisse. Qua de causa pro tempore *Rh. Keitloa* a *bicorni* non sejungeret. Nihilominus tamen addidit (in Africa) forsan existere posse tres species vel varietates geographicas *Rhinocerotis bicornis*. Quod ad hocce additamentum zoologi illustrissimi attinet, equidem historia *Rhinocerotis bicornis* et materiis Musei Academiae Petropolitanae edoctus cornuum ratione

Rhinocerotis bicornis varietates tres (num geographicas?) pro tempore pariter admitterem, nominatim varietatem *plesiocerotem*, *porrhocerotem* et *platycerotem*[1]).

Varietas α. *Plesioceros* cornua conica basi approximata ostendit, quorum posterius seu frontale anteriore seu nasali multo, saepe fere $^2/_3$ vel $^1/_2$ brevius apparet.

Ad hancce varietatem spectant specimina vulgo *Rhinoceroti bicorni* adscripta, e. c. *Rhinoceros bicornis* apud Sclater l. l. *p. 656—58*, *Fig. 7* (caput).

Varietas β. *Porrhoceros* cornua basi sejuncta, conica, quorum frontale nasali brevius, *Nubian Rhinoceros Horti zoologici Berolinensis* Sclater *ib. p. 658*, *Fig. 9.*

Varietas γ. *Platyceros* cornu anterius plus minusve conicum, vix compressum, recurvatum, posterius elongato-conicum, rectum, supra basin ad apicem satis latam, vel latiusculam, obtusam fortiter compressum et margine anteriore et posteriore plus (in senilibus) vel minus acuto instructum est. Huc referendus *Rhinoceros Keitloa* cf. Sclater l. l., *p. 657*, *Fig. 8* et icon animalis Pl. XCIX (animal juvenile). — *Rhinoceros bicornis* capensis P. Camper, *Rhinoceros Camperi* Schinz.

Sect. B. *Cyclochilus*[2]) (Gen. *Ceratotherium* Gray).

Cranium admodum elongatum. Dentes incisivi post natum cito evanidi.[3]) Molarium coronae ut in *Rhinocerotibus* in universum quod ad figuram variabiles, plerumque vel saepe cristam cum unco coalitam praebent (Flower). Processus mandibulae anterior brevis, depressus, formam tamen satis spatulatam exhibet. Labium superius rotundatum, appendice mobili, digitiformi, prehensili destitutum. Cornu frontale nasali longissimo semper multo brevius.

Nutrimentum herbae potissimum offerunt, qua de causa regiones, planas, graminosas sylvestribus praeferunt. *Cyclochili Dactylochilis* teste Anderson mitiores esse dicuntur.

Rhinocerotum forma cranii et aliorum ossium ratione subgeneri *Tichorhinorum* in universum affinior quam reliquis *Rhinocerotidibus.*

Spec. 6. **Atelodus simus** Pomel.

Cornu nasale longissimum, plerumque recurvatum, haud ita raro antrorsum directum. Labium superius rotundatum, appendice digiformi destitutum. Sulci duo a nucha ad pectus tendentes. Color corporis pallide griseo-brunnescens. — Varietates duae ejus distinguendae esse videntur.

Var. α. *Camptoceros*[4]). Cornu nasale recurvatum.

Rhinoceros simus Burchell *Bullet. d. l. soc. Philomat., p. 96* (*1817*), *Journ. de phys. LXXXV, p. 163* (caput). Ejusdem Travels *II, p. 75.*—Fischer *Synopsis mammal.*

1) A πλησίος propinquus, πόῤῥω procul, πλατύς latus et κέρας cornu.

2) *Cyclochilus* labio rotundato instructus a κύκλος circulus et χεῖλος labium.

3) Qua de causa Flower *l. l. Rhinocerotem simum* propter incisivos valde abortivos «the most spezialisized of all the living Rhinoceroses» appellavit.

4) *Camptoceros* cornu curvatum gerens a κάμπτω curvo et κέρας cornu.

p. 416. — A. Smith *Zool. of S.-Afr., Pl. IX.* — A. Smith *Rep. (1836), p. 68.* — Blainville *Ostéographie, Pl. IV (Cranium).* — Duvernoy *Archiv du Museum VII, Pl. 2, 3.* — Sclater *Proceed. z. soc. 1864, p. 100.* — Harris *Portraits w. an. S. A., p. 97, Pl. 19 et p. 101.* — Gray *List Mamm. B. M. 1840.* — Anderson *Reisen II, p. 128 ff. (Capitis figura).* — Giebel *Säugethiere S. 202.* — Flower *Proceed. z. soc. 1876, p. 452.*

Rhinoceros camus Ham. Smith, Griffith *An. Kingd. V, p. 746.*

Rhinoceros de Burchell Desm. *Mammal., p. 401.*

Atelodus simus Pomel *Ann. sc. de l'Auvergne T. XXVI (1853), p. 114.*

Ceratotherium simum Gray *Proceed. z. soc. 1867, p. 1027, Catal. Pachyd. p. 319, Handlist p. 52.*

Var. β. *Prostheceros*[1]). Cornu nasale antrorsum directum, ita ut directio ejus cum naso circiter 50 graduum angulum formet (teste Anderson).

Rhinoceros Oswellii Gray *Proceed. z. soc. 1854, p. 46 f. Ann. and Mag. nat. hist. XV, p. 145.* — Anderson *Lake Nyami p. 388 (Caput), p. 389 (Cornua); Deutsche Uebers. von* Lotze *Bd. II, p. 128 (Caput), p. 130 (Cornua).*

Très grande corne Buff. *H. N. X, Pl. VIII, Fig. 5.*

Rhinoceros horn Parsons *Philosoph. Trans. 1742, 1743, Pl. 3, Fig. 6.*

Ceratotherium Oswellii Gray *Proceed. z. soc. 1867, p. 1029, Catal. of. Pachyd. p. 322, Handlist p. 53.*

Rhinoceros Campbell *Trav. deutsche Uebers., p. 147* (Non *Rhinoceros bicornis* ut affert A. Wagner *Schreb. Säugeth. Th. VI, p. 342*).

Magnitudine major *Atelodo bicorni.* In universum specierum viventium maxima 15—16 pedum enim longitudinem exhibet. Secundum Anderson *Atelodus simus* carnem magis sapidam praebet et characterem mitiorem quam *A. bicornis* ostendere dicitur.

Patria Africa australis et centralis, sed distributionis geographicae ejus termini exactius erunt definiendi. E spoliis ejus longe rarius quam *Atelodi bicornis* hucusque in Europam allatis quodque a Sclatero inter Rhinocerotidum species, quae in horto zooologico londinensi vivunt vel vixerunt, non descriptum invenimus, concluderes *Atelodum simum bicorni* eam ob causam, ut videtur, rariorem esse, quum in terris Africae magis centralibus cum eo occurrat, unde viva specimina difficilius acquiri possunt. — Museum Academiae Petropolitanae ceterum cornu varietatis prostheceros specimen maximum possidet.

Observatio ad *Rhinocerotem* seu *Ceratotherium Oswellii* spectans.

Gray primum quidem cornubus et figuris Bainesii et verisimiliter etiam Andersonii innixus Rhinocerotis formam cornu nasale antrorsum directum praebentem (varie-

1) *Prostheceros* cornu antrorsum (i. e. directum) possidens a πρόσθε ante et κέρας.

tatem *prostecerotem*) *Rhinocerotis Oswellii* nomine proposuit, quam serius generi suo *Ceratotherium* adnumeravit, sed neque animalis speciem, nec cranium ejus vidit, imo adeo refert, Bainesium non dubitasse, quin in speciminibus adultis in sylvis densis degentibus frictione assidua cornu antrorsum moveri potuerit. Anderson *Rhinocerotem Oswellii* a *simo*, praeeunte Grayo, pariter sejunxit et utriusque caput, nec non cornua, figuris bene illustravit. *Rhinocerotis Oswellii* capitis figura laudata vero, praeter cornu nasale antrorsum directum, characteres specificos tales haud praebet, quae ad modo nominatam speciem a *simo* revera distinguendam sufficere videntur. Quam ob rem Flowero assentio, qui (*Proceed. zool. soc. 1876, p. 456*) *Rhinocerotem Oswellii Atelodo simo* adnumeravit. Notandum praeterea est in *Rhinocerote unicorni* interdum cornu antrorsum directum observari, cf. Sclater *Trans. zool. soc. V. IX, P. XI no. I, p. 646, Fig. 1.* Equidem ceterum *Rhinocerotis indici* specimen vivum aetate provectum, cornu antrorsum et ad latus curvatum possidens ipse vidi.

Observatio altera.

Pomel l. l. generi *Atelodus* adscripsit quoque *Rhinocerotem elatum* Croizet et Jobert, et *Aymardi* Pomel, qui ad *Rhinocerotem* seu *Atelodum Merckii* sunt referendi, cf. Brandt *Monographie der Tichorhinen Nashörner.*

Observatio tertia.

Referente Flower *Proceed. zool. Soc. 1876, p. 457 Rhinoceros deccanensis* Foote Indiae australis, nuper detectus, *Atelodis* pariter adnumerandus esse videtur.

Subgenus 2. Colodus Nob.

Genus Colodus A. Wagner.

Partis nasalis anterior margo rotundatus, in medio nec emarginatus, nec prominens. Mandibulae ramis altis, tumidis, munitae symphyseos processus magis evolutus, quam in *Rhinocerotibus africanis* i. e. longior et sublaminaeformis. Dentes incisivi mandibulae imperfecti ex parte, ut videtur, persistentes, interni brevissimi, externi internis plus duplo majores, e gingivis prominentes. Narium aperturae, ut in speciebus africanis et asiaticis viventibus, subabbreviatae, altissimae.

Spec. 3. **Atelodus pachygnathus** Nob.

Rhinoceros pachygnathus Andr. Wagner *Abhandl. d. königl. bairischen Akad. d. Wissensch. z. München, Bd. V (1850), p. 349, Taf. X, Fig. 3, 4 (Mandibula), Taf. XI (Humerus);* Andr. Wagner *ibid. Bd. VIII (1860), p. 136, Taf. VII, Fig. 15 (Dentes).*

Rhinoceros pachygnathus Gaudry *Animaux fossiles et géologie de l'Attique Paris 1862, p. 177 sq., Pl. XXVI—XXXI* (Cranii, mandibulae, dentium, ossium trunci et extremitatum figurae).

Colodus pachygnathus Andr. Wagner *Sitzungsber. d. kön. bair. Akad. d. Wissensch. Jahrg. 1861, Bd. II, p. 80—82.*

Rhinoceros tichorhinus Duvernoy *Compt. rend. d. l'Acad. de Paris, Vol. XXXVIII, p. 253.*

Cranium cum mandibula et molaribus *Rhinocerotum* Africae subgeneris *Cololobognathus* (i. e generibus *Rhinaster* et *Ceratotherium* Grayi) in universum simile, ita quidem ut *Atelodi pachygnathi* cranium longius quam in *Atelodo bicorni*, sed brevius et latius quam in *Atelodo simo* appareat, pars occipitalis *Atelodi pachygnathi* margine superiore, ut in *Atelodo simo*, emarginata sit, verticalis et frontalis, nec non rostralis *Atelodi pachygnathi* vero cum partibus homologis *Atelodi bicornis* magis conveniant.

Dentes molares *Colodorum* a *Rhinocerotum africanorum* (*Colobognathorum*) homologis notis constantibus vix differunt. Pedum ossa eorum *Atelodorum* similia conspiciuntur. Qua de causa *Atelodus pachygnathus* exstinctus pro specie inter species duas viventes *Atelodum* (*Colobognathum*) *bicornem* et *simum* quodammodo intermedia, cranii abbreviati ratione vero *bicorni* magis affini, haberi posset, nisi *Rhinocerotis pachygnathi* cranium, quantum hucusque eruere potui, characteribus supra subgeneri *Colodus* adscriptis ab *Atelodo bicorni* (*Rhinastre bicorni* Grayi) et *simo* (*Ceratotherio simo* Grayi) differret. Quae quidem *Colodi* differentiae sunt tales, quales non in *Rhinocerotidum speciebus viventibus*, sed in *exstinctis* nonnullis observare licet. Partem nasalem margine anteriore haud emarginatam scilicet in *Atelodo* (*Mesorhinocerote*) *leptorhino* et in *Dihoplo Schleiermacheri* invenimus. Mandibulae symphysis sublaminaeformis dentibus incisivis minoribus munita *Atelodum leptorhinum* pariter in memoriam revocare videtur[1]).

Ex his sequeretur *Atelodum pachygnathum* pro forma originali *Rhinocerotinarum africanarum* dictarum vix pro certo declarari posse.

Atelodum pachygnathum cum Wagnero *Chalicotheriis* non appropinquandum esse recte jam observavit Gaudry. Nihilominus tamen, quum characteribus quibusdam a *Rhinocerotibus africanis*, ipsi omnino longe affinioribus, distinguatur, subgeneris peculiaris (*Colodus*) typum praebere posset.

Reliquiae largae (crania et aliae sceleti partes) in Graecia, prope Pikermi, hucusque tantum sunt repertae, quas praecipue Gaudry accuratius descripsit et iconibus eximiis illustravit.

Subgenus 3. Mesorhinoceros Brdt.

Genus Ceratorhinus et Rhinoceros Gray e. p.

Cranium satis elongatum. Partis nasalis latae margo anterior integer, rotundatus, in medio tamen dentis brevis forma prominens. Nares septo cartilagineo disjunctae. Narium

---

1) Ob mandibulae *Atelodi pachynathi* cum *Rhinocerotis leptorhini Owenii* (i. e. *Merckii*) similitudinem equidem ceterum in tractatu meo primo de genere *Elasmotherium* p. 5 *Atelodopachygnatho* erronee specificum valorem denegavi.

aperturae elongatae, oblongae, horizontales, humiles. Ossium intermaxillarium et maxillarium pars anterior mediocris. Mandibulae, ramis subhumilibus munitae, symphyseos processus laminae satis magnae, infra subtumidae similis. Dentes incisivi haud evoluti, parvi. Ossa extremitatum, ut videtur, elongata, subgracilia.

Mesorhinocerotes formam, ut videtur, inter *Tichorhinos* et *Rhinocerotes* alios incisivorum rudimenta praebentes (*Colobognathos* et *Colodos*) intermediam quodammodo obtulerunt, *Tichorhinis* narium aperturis et processu mentali symphyseos mandibulae, *Colodis* et *Colobognathis* vero, septi narium cartilaginei praesentia distinctis, affiniorem.

Spec. 4. **Atelodus leptorhinus** Pomel Cuv. e. p.

Character specificus subgenerico aequalis.

Rhinoceros de Montpellier Serres *Journ. de phys. T. LXXVIII, 1819.*

Rhinoceros leptorhinus Cuv. *e. p. Rech. nouv. ed. 4, T. II, P. I (1822), p. 71, Pl. IX, X, XI;* Duvernoy *Archiv. d. Mus. T. VII (1854), p. 97;* Falconer *Palaeont. Mem. II (1868), p. 310 et p. 368, Pl. 30, 31, 32;* Gray *Catal. of Pachyd., p. 313.*

Rhinoceros megarhinus Christol *Ann. d. sc. nat. sec. ser. T. IV (1845), p. 44;* Gervais *Zool. et Paléont. fr. 2^e éd. p. 91, Pl. I, Fig. 1, 2, Pl. 2 et Pl. 30, Mém. d. l'Acad. d. Montpell. sect. d. sc. T. II, 1851—54, p. 59, Pl. II (Cranium);* Boyd Dawkins *The nat. hist. Review 1865, T. V, p. 399 (Dentium descriptio).*

Rhinoceros Cuvieri Desmarest *Mammalogie (1820), p. 402 et 546 e. p.*

Atelodus leptorhinus Pomel *Catal.*

Ceratorhinus monspellianus Gray *Proceed. Zool. soc. 1867, p. 1023, Catal. of Pachyd. p. 315.*[1])

Rhinoceros (Mesorhinoceros) leptorhinus Brandt *Monographie d. Tichorhinen Mém. d. l'Acad. d. sc. d. St.-Pétersb. VII Sér., T. XXIV, Anhang IV, p. 120.*

Rhinoceros de Philippì Balsamo Crivellii J. F. Brandt *ib. Anhang V, p. 130.*

Species hucusque unica characteribus subgenericis supra allatis distinctissima, *Rhinocerote antiquitatis*, ut videtur, minor, *Rhinoceroti Merckii* affinior quam *Rh. antiquitatis.*

Reliquiae osseae (crania, dentes etc.) praecipue in Gallia et Italia, nec non in Anglia, interdum, ut videtur, etiam in Germania sunt repertae.

---

1) Obs. Gray hancce speciem generibus binis suis simul adscripsit, non solum enim generi suo *Rhinoceros Rhinocerotis leptorhini* nomine, sed etiam generi suo *Ceratorhinus Ceratorhini monspelliani* titulo adnumeravit.

Subgenus 4. Tichorhinus Brdt. 1849.[1])

Subgen. Tichorhinus Brandt *Observat. ad Rhinocerotis tichorhini hist. spectantes* (*Mém. d. l'Acad. Imp. d. St.-Pétersb., VIIme sér. sc. nat. T. V 1849*), *p. 233.*

Atelodus Pomel *Annal. Scientif. littéraires etc. de l'Auvergne T. XXVI 1853, p. 114; Catal. 1854, p. 76 e. p.*

Cranium admodum elongatum. Nares septo osseo completo vel semicompleto, parte sua anteriore cum ossibus intermaxillaribus et nasalibus coalescente divisae. Narium aperturae oblongae vel ovatae. Ossa intermaxillaria et maxillarum superiorum pars anterior magnitudine mediocria. Processus mastoideus temporalis et occipitalis in speciminibus adultis parte sua basali connati meatus auditorii parietem inferiorem constituunt. Dentium incisivorum rudimenta parva, apice rotundata, in aetate provectis prorsus abortientia. Mandibulae symphysis antice processu laminae horizontali plus minusve simili munita. Cornu frontale et nasale maximum. Corium, in *Atelodo antiquitatis* saltem, nec verrucosum, nec in trunco plicis instructum, sed pilis satis longis, jubam, ut visum, in collo formantibus, fasciculatim e poris cutaneis, sicuti *Suum* setae et *Hippopotamorum* vibrissae, emergentibus densissime obsessum.

Quod ad affinitates *Tichorhini* a *Rhinocerotibus* reliquis valde recedunt et septo narium osseo, aliisque notis craniologicis *Elasmotheriis* propiores apparent.

Species maximae hucusque notae olim Asiae boreali, imo forsan maxime boreali, primariam originem debentes seriore tempore periodi glacialis influxu in regiones australiores Asiae et Europae profugae, jam diu deletae, pristinis hominibus tamen haud ignotae.

Spec. 5. **Atelodus antiquitatis** Blumenb.

Rhinoceros lenensis Pall. *Nov. Comment. Petropol. T. XVII (1772), p. 585 et 595.*

Rhinoceros antiquitatis Blumenbach *Naturgesch. 1807.*

Rhinoceros tichorhinus G. Fischer *Zoognos. III, Mosquae 1814, p. 304;* Cuvier *Rech. s. l. ossem. foss. éd. 8, T. III, p. 84, Pl. 44—47 et 50—52;* Blainville *Ostéographie Rhinoceros, p. 97, Pl. 5, 10, 11, 13, 14;* Giebel *Jahresber. d. naturw. Vereins zu Halle 1850, III, p. 72—157*: J. F. Brandt *Observat. ad Rhinocerotis tichorhini historiam spectantes* (*Mém. d. l'Acad. d. St.-Pétersb. VI^me sér. sc. nat., T. V (1849) cum XXV tab.*). *Ejusdem Monographie der Tichorhinen Nashörner* (*Mém. d. l'Acad. d. St.-Pétersb., VII^me sér., T. XXIV no. 4*), *p. 6 cum XI tabulis.*

---

1) Genera *Coelodonta* Bronn (*Jahrb. f. Mineral. 1831, S. 95*), Gray (*Proceed. zool. soc. 1867, p. 1031, Catal. of Pachyd. p. 322*) et *Hysterotherium* Giebel (*ib. 1847 S. 54*), quum statui dentium juvenili, igitur transitorio, *Tichorhinorum* originem debeant, haud accipienda.

Rhinoceros Jourdani Lortet et Chantre *Arch. du Mus. d'hist. nat. de Lyon Livr. 3, p. 80, Pl. XV.*[1])

Atelodus tichorhinus Pomel *l. l.*

Coelodonta Pallasii Gray *Proceed. z. soc. 1867, p. 1031, Catal. of Pachyderms 1869, p. 322.*

Septum narium totum osseum, ossa nasalia et frontalia fulciens, parte anteriore inter narium aperturas dilatatum, subquadratum. Ossium nasalium coalitorum margo anterior in medio prominens, lateribus emarginatus. Narium aperturae oblongae. Mandibulae symphyseos processus laminae quadratae, insigni similis in faciei inferioris subplanae medio fossa excavatus.

Reliquiae osseae inde a Sibiria maxime boreali ad montes Himalayi et in Chinensi regno, deinde in Europa usque ad Helvetiam et Galliam australem saepissime sunt repertae. Singula praeterea ejus cadavera vel partes eorum in Sibiria boreali terra congelata vel glacie circumdata mamonteis rarius inveniebantur. De pabuli fragmentis e molaribus extractis nuper egit Schmalhausen *Bullet. sc. de l'Acad. d. Pétersb. T. XXII, p. 291; Mél. biol. T. IX (1877), p. 661.* Magnitudine ad *Rhinocerotes* maximos Africae accessit, vel eos superavit.

Spec. 6. **Atelodus Merckii** Nob.

Rhinoceros Merckii Jaeg. Kaup *Akten der Urwelt Darmstadt 1841, Heft 1, Taf. I et II, p. 1—8;* H. v. Meyer *Jahrb. d. Mineral., Jahrgg. 1842, p. 587, Palaeontographica, Bd. XI (1864), p. 233—83, Taf. XXXV.*

Rhinoceros leptorhinus Owen *Brit. foss. mamm. (1846), p. 356.*

Atelodus Aymardi Pomel *Catal. meth., p. 78 (1854).*

Rhinoceros protichorhinus Duvernoy *Archiv d. Muséum T. VII (1855), p. 107—10.*

Rhinoceros mesotropus Gerv. *Zool. et Paléont. fr. 2e éd. 1859, p. 90.*

Rhinoceros hemitoechus Falconer *(1860), Quart. Journ. geol. soc. Vol. XVI, p. 488, Palaeontol. Mem. II (1868), p. 311—354, Pl. XV—XXV.*

Rhinoceros Merckii J. F. Brandt *Monographie der Tichorhinen Nashörner Mém. d. l'Acad. d. Pétersb. VII Sér., T. XXIV, no. 4, p. 66, cum tabulis XI.*

Septum narium osseum semicompletum, ossa nasalia tantum fulciens, in partis anterioris suae medio admodum attenuatum. Partis nasalis margo anterior in medio excisus et juxta excisuram utroque latere processu dentis formam exhibente instructus. Narium aperturae subovatae. Mandibulae symphyseos processus laminae in faciei inferioris lateribus subcompressae, in medio ejus vero subcarinatae similis.

Magnitudine *Rhinoceroti antiquitatis* circiter aequalis fuit.

---

1) *Rhinocerotem Jourdani* a *Rhinocerote antiquitatis* characteribus tutis haud posse distingui in *Tichorhinorum Monographiae Appendice I, p. 65* demonstrare studui.

Osseae ejus reliquiae tantum *Rhinocerotis antiquitatis*, *Elephantis primigenii* etc. haud raro associatae inde a Sibiria media ad Italiam et Hispaniam usque, nec non in terris interjacentibus, nominatim in Rossia, Polonia, Austria, Germania, Anglia et Gallia sunt hucusque repertae. Quum cadavera vel cutis partes cum pilis *Atelodi Merckii*, sicuti *Atelodi antiquitatis*, nondum sint detecta, ex utriusque speciei affinitate et patria communi earum tantum concludas *Atelodum Merckii* pariter pilis densis vestitum fuisse. — Notandum praeterea est bacilla illa cum reliquiis *Rhinocerotis Merckii* in Helvetiae strato carbonico reperta, quae Rütimeyer pro artis humanae exemplis declaravit (cf. Brandt *Monographie d. Tichorhinen*, *p. 99*), secundum Steenstrup dentium *Castoris* laboribus originem debere.

De Rhinocerote etrusco Falconeri observationes.

Rhinoceros etruscus Falc. *Quart. Journ. geol. soc. of London 1859, p. 602, Palaeontol. Mem. Vol. II, p. 310 cum tabulis;* Boyd Dawkins *Quart. Journ. geol. soc. of London, Vol. XXIV, p. 207 (Dentium systematis descriptio).*

Species ob craniorum a Falconero et aliis nonnullis naturae scrutatoribus ei tributorum similitudinem summam (imo adeo, ut arbitrares, identitatem) cum craniis *Rhinocerotis Merckii* et dentium molarium differentias specificas inter hujus speciei et *Rhinocerotis* sic dicti *etrusci* quantum hucusque eruere potui admodum variabiles[1]) vix speciebus veris adnumeranda, ut in *Appendice II* Monographiae meae de *Rhinocerotibus Tichorhinis*, species genuinas binas tantum amplectente, fusius demonstrare studui.

Osseae reliquiae *Rh. etrusco* tributae, ut relatum legitur, praesertim in Italia, sed etiam in Anglia, Gallia et Hispania effossae esse dicuntur.

Appendix IV.

De genere Cadurcotherium Gervaisii.

P. Gervais (*Journal de Zoologie*, *T. II* (*1873*), *p. 363*) molares maxillares et mandibulares nonnullos, in calce phosphorica provinciarum Tarn et Garonne et Du Lot repertos, generi novo *Rhinocerotibus* affini sub nomine *Cadurcotherium* tribuit. Molares maxillares a Gervaisio duo sunt descripti, ad maxillae dentem ultimum relati et *Pl. XIV 1 et 1ª* sicuti *Fig. 2 et 2ª* repraesentati, quorum secundo loco *p. 364* descriptus et *Fig. 2* illustratus ad differentias cognoscendas aptius cum *Rhinocerotidum* aliorum molari maxillari compararari posse videtur, quum animalis adulti fuerit. Corona ejus (*Fig. 2ª*) modice detrita a dente homologo

1) Dentes molares solos characteres tales, quibus species commode et constanter distingui possunt, haud praebere jam H. v. Meyer, Gaudry, Rütimeyer et Flower omni jure observarunt.

Rhinocerotum genuinorum simili modo detrito vario modo recedit, non enim subtrigona, sed satis rhomboidea apparet, marginemque anteriorem breviorem, rectum, nec non externum pariter rectum ostendit. Margo internus magis flexuosus apparet. Angulus anterior internus substantiae vitreae areolam exhibet. Vallecula paulo rectior, oblonga, parte anteriore angustata, intus pariete crassiore terminatur. Marginis posterioris pars externa excisuram triangularem praebet. Molares mandibulae (ib. *Fig. 3*^{a} et *3*^{b} et *Fig. 4*^{a} et *4*^{b}) in coronae partis superioris angustioris, facie superiore plicam unicam, oblongam, eburneam, latere interno flexuosam, praebente (cf. *Fig. 4*^{a}) et facie externa sulco centrali, verticali vix indicato distingui posse videntur.

Verus generis locus inter reliqua *Rhinocerotidum* genera, quum cranium, dentium series completae aliaque sceleti ossa ejus characteristica nondum sint cognita, hucusque non est statuendus. E molarium hucusque cognitorum ratione conjicias tamen *Cadurcotheria* forsan ad *Rhinocerotinas* spectasse, sed inter eas locum sejunctum forsan occupasse. Qua de causa in Appendice *Rhinocerotinis* asiatico-europaeis addito de genere *Cadurcotherium* disputavi.

Spec. 1. **Cadurcotherium Cayluxi** P. Gerv.

Rhinoceros (*Cadurcotherium*) Cayluxi P. Gerv. *Compt.-rend. d. l'Acad. de Paris, Taf. LXXV (1873) p. 106.*

Cadurcotherium Cayluxi Gerv. *Journ. de Zool. l. l.*

Magnitudo Rhinocerotum majorum.

Subfamilia V.

Hippodontinae seu Elasmotherinae Nob.

Cranium in universum typum rhinocerotinum, praesertim *Tichorhinorum*, satis similem offert, sed partem frontalem et rostri basalem longe altiorem, rostri apicalem vero valde compressam, triangularem ostendit. In frontis superiore facie eminentia hemisphaerica, maxima, supra aspera, rugosa (ut videtur cornigera), intus cellulis frontalibus largiter impleta observatur. Ossa nasalia oblonga, angusta, inde a basi ad apicem angustiorem recta, lateribus compressa, sensim deorsum directa, in partis apicalis extremae dorso area oblonga subaspera, parva, corniculi vestigium parvum vel verrucam olim forsan gerente, instructa conspicitur. Nares aperturas *Rhinocerotum Tichorhinorum* similes praebentes septo osseo completo, ut in *Atelodo tichorhino*, sunt sejunctae. Mandibula (cf. Tabulam)[1]) *Rhinocerotinarum Tichorhinarum* similis, sed crassior, altior, parte adscendente magis reclinata processus coronoideos postice et in medio valde compressos, limbo anteriore dilatatos, margine

1) Tabula dicta *Synopsi Rhinocerotidum* addita, jam ante inventum cranii *Elasmotherii* erat impressa, qua de causa commentario meo serius de craniologia ejus scripto non addi potuit.

anteriore depressos possidet. Processus ejus condyloidei crassiores fossam articularem in anguli sui interni posteriore facie conspicuam majorem, subsemilunarem, ad cristam condylarem posteriorem extensam offerunt. Processus symphyseos latior, crassior, praesertim in marginis anterioris lateribus apparet et in ejusdem marginis medio alveolos binos, satis magnos praebet.

Dentes incisivi abortivi, ita quidem ut eorum pristina praesentia in mandibula fossis duabus, rotundis, in symphyseos processus marginis anterioris medio conspicuis (alveolis modo commemoratis) tantum sit indicata. Caninorum vestigium nullum. Molares completi supra et infra utrinsecus quinque, longi, plerumque validissimi, subcurvati, corona sejuncta destituti, radicem simplicem (infra apertam?) ostendunt. Coronae faciei internae stratum osseum in molarium utriusque maxillae singulo excisuras binas, anteriorem et posteriorem offert, quarum singula in semicanalem simplicem vel in apice extrorsum directo furcatum (vallem) extrorsum directam, majorem vel minorem transit. Vallium singula, excepta excisura sua, a plica substantiae vitreae ansulata vel crenulata cingitur, quae prope excisuram vallis lateris utriusque e plica dentis marginali superiore crenulata et ansulata originem ducens in coronae facie manducatoria extrorsum tendit. Substantia vitrea molares singulos ambiens, plicam eorum marginalem superiorem formans, sicuti plicae in coronae facie manducatoria conspicuae, inde a corona ad partis radicalis finem usque propagatae sunt, ita quidem, ut in radicis fine eandem figuram generalem quam in corona manifestent.

Molares maxillares formam tetragonam, superficies externas frequentissime tenuiter sulcatas et costulatas, nec non coronam rhomboidalem ostendunt. Coronae facies tritoria eorum vallem anteriorem parvam, brevem, aegre conspicuam, posteriorem vero multo majorem, profundiorem, longiorem, parte sua externa haud raro bifidam vel trifidam, et plica ansulata longiore substantiae vitreae circumdatam possidet. — Molares mandibulares superioribus tenuiores compressi, faciem externam et internam latiorem, sulcis longitudinalibus binis, eminentias perpendiculares tres sejungentibus, exaratam, coronam tetragono-oblongam antice et postice saepe subrotundatam et valles binas breviores, simplices, minus profundas offerunt, quarum anterior a posteriore magnitudine minus superatur. Plica substantiae vitreae posteriorem vallem circumdans ceterum magis antrorsum et retrorsum extensa conspicitur. — Trunci et extremitatum ossa hucusque ignota.

Jam in *Observationibus* meis de *Elasmotherio* 1864 publicatis de mandibula et parte cranii cerebrali (generi novo *Stereoceros* a Duvernoy erronee adscripto) communicavi genus *Elasmotherium* ad *Rhinocerotidum* familiam spectasse, nominatim *Tichorhinis* magis affine quam reliquis ejus membris fuisse, molarium structuram vero *Equorum* similem ostendisse. Cranii integri observatio a me instituta hanc opinionem confirmavit. Longe plurimi enim characteres ejus sunt mere rhinocerotini vel minoris momenti saltem moderationes structurae in *Rhinocerotinis* conspicuae ostendunt. *Elasmotherium* omnino quoque tales characteres offert, qui ei typi singularis locum subfamiliae titulo designare videntur. Non solum enim molares (praeter faciei manducatoriae valles et substantiae

vitreae plicas valles circumdantes *Rhinocerotinarum* partes homologas quodammodo revocantes) propter massam dentis singuli, elongati, continuam, intus plicas substantiae contortas foventem, coronam et radices sejunctas haud praebentes eoque praecipue *Equidarum*, vix parum *Elephantorum* similes, sed etiam cranii pars frontalis in eminentiam sphaericam, maximam, supra rugoso-asperam (cornigeram), intus cellulis refertam elevata, porro pars rostri ejus basalis altissima, terminalis vero admodum compressa, ossa nasalia angustata, elongata, supra plana, lateribus subcompressa, in partis apicalis dorso eminentia parva oblonga, humili, rugosa munita, orbitae maximae antice valde prominentes, arcus zygomatici in medio deorsum declives, processus mastoidei temporales et occipitales confluxi, maximi, crassi, pone meatum auditorium horizontaliter extrorsum valde prominentes, sicuti squama ossis occipitis latissima, margine superiore fortissime excisa et tuberibus lateralibus maximis munita *Elasmotherii* cranio notas peculiares praebent.

Genus I. Elasmotherium G. Fischer.

Character generis et speciei subfamiliae characteri concinnus.

Spec. 1. Elasmotherium Fischeri Desmarest.

Elasmotherium sibiricum G. Fischer *Programme Moscou 1808, 4 avec 2 pl., p. 23.* — Idem *Mém. d. natur. d. Moscou, T. II(1809), p. 255, avec. 2 pl.* — Cuvier *Rech. 4^e éd. T. III, p. 187.*

Elasmotherium Fischeri Desmarest *Mammalogie (1820), p. 546.* — Kaup *N. Jahrb. f. Mineral. von Leonhard und Bronn, Jahrgg. 1840, p. 453, Taf. VII A et Jahrgg. 1841, p. 241.* — J. F. Brandt *Observationes de Elasmotherii reliquiis, Mém. d. l'Acad. Imp. d. sc. d. St.-Pétersb., VI^me Sér., T. VIII no. 4 (1864), cum tab. V.* — Trautschold *Bull. d. la soc. d. natur. de Moscou ann. 1873, p. 457* (cum figuris mandibulae parvis). — Roemer *Jahresbericht der Schlesischen Gesellschaft für vaterländische Cultur für 1874, den 13. Mai.* — J. F. Brandt *Mittheilungen über die Gattung Elasmotherium, besonders den Schädel derselben,* mit VI Tafeln, *Mém. de l'Acad. Imp. d. sc. de St.-Pétersb. VII^me Ser., T. XXVI, No. 6.*

Elasmotherium Keyserlingii G. Fischer = Elasmotherium Fischeri Keyserling *Bullet. des natural. de Moscou 1842 no. 2, p. 454;* J. F. Brandt *Observationes l. l. p. 28.*

Stereoceros typus seu Galli Duvernoy *Archiv. du Muséum T. VII (Paris 1845), p. 125, Pl. II et III* (Cranii pars cerebralis *Elasmotherii* conjiciente Kaupio l. l. et confirmante Brandtio *Observationes p. 18—24*).

E craniorum maximorum *Rhinocerotis* seu *Atelodi tichorhini* et *Merckii*, quae in Museo Academiae scientiarum Petropolitanae inveniuntur, comparatione cum *Elasmotherii* cranio

conjiceres *Elasmotherium* $^1/_5$ circiter magnitudinis majus *Rhinocerotidibus* commemoratis fuisse.

Quod ad habitum externum attinet *Elasmotherium* quidem *Rhinocerotinis* genuinis in universum simile fuisse, sed capitis figuram diversam, partem rostri anteriorem angustiorem, ophthalmicam magis prominentem, occipitalem autem latiorem habuisse, porro in eminentia frontali cornu frontale maximum, in nasi apicalis dorso corniculum parvum, verrucae simile, ut videtur, possedisse. Ex affininate morphologica et patria communi *Elasmotherii* cum *Rhinocerotinis Tichorhinis* forsan concluderes corpus ejus pariter pilosum fuisse.

Vitae genere *Elasmotherium* a *Roinocerotinis* herbis et ramulis teneris nutritis verisimiliter parum differebat, propter oculos majores tamen visus et ob aperturas nasales amplos atque sinus frontales eminentiam cornigeram largiter implentes vero etiam olfactus eorum, ut putares, acutior erat.

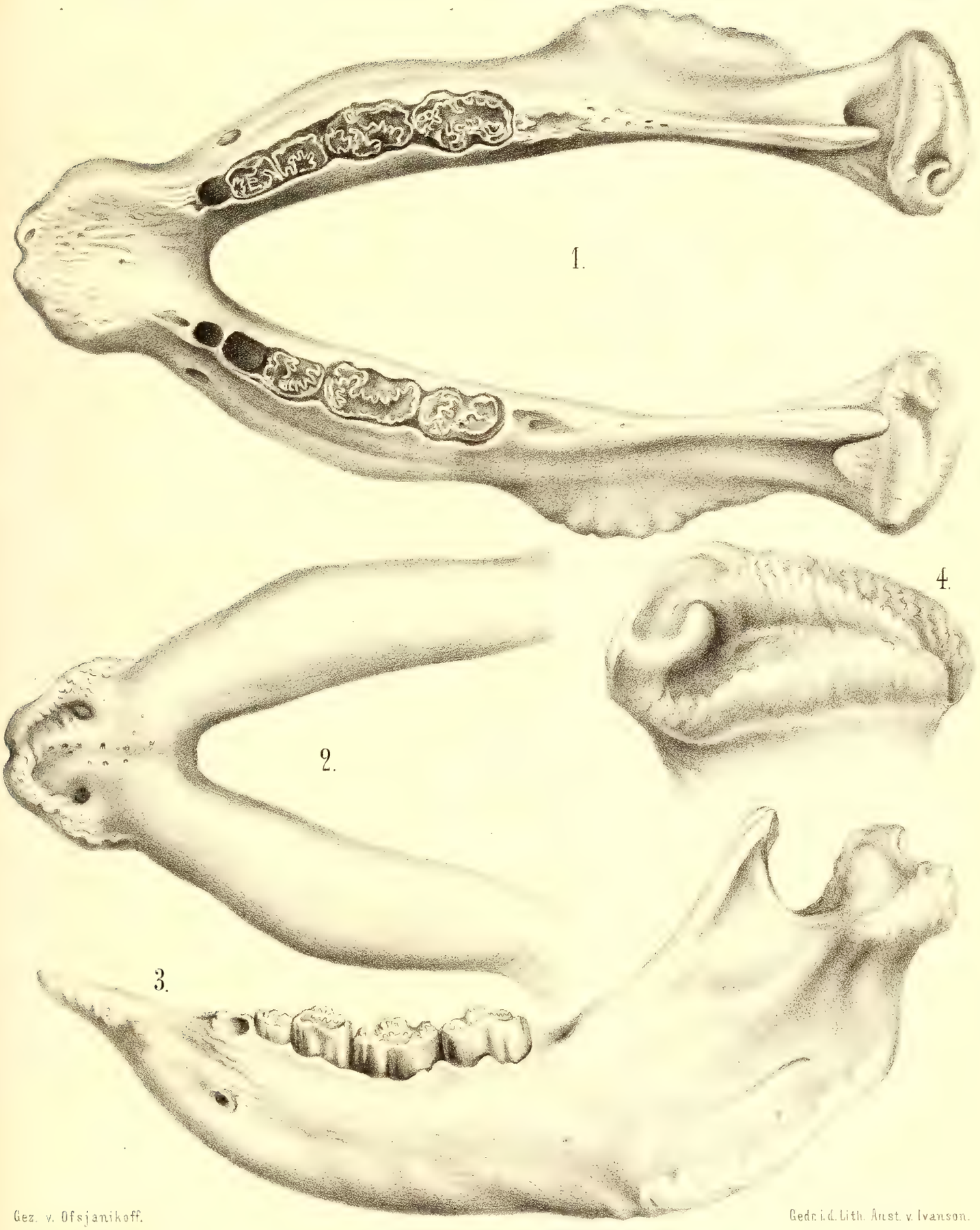
Pro patria certa hucusque tantum desertum kirgisorum prope mare caspium (v. Keyserling), deinde praesertim provinciae Saratow (Brandt) et Samara (Trautschold) haberi possunt. Relatum porro legitur partem cerebralem (sic dictum *Stereocerotem*) ripae arenosae Rheni originem debere. In terra Cosacorum, nec non in Hungaria deinde dentes singuli inventi esse dicuntur. Dubitari tamen adhuc potest, quin dens in antro prope urbem Palermo sit repertus.

Genus *Elasmotherium* ad Faunam sic dictam quaternariam spectasse jam in Observationibus meis notavi. Serius Roemer, ut videtur, literis a Trautscholdo acceptis innixus, communicavit *Elasmotherium* animalibus periodi tertiariae esse adnumerandum, quum mandibula ejus a Trautscholdo acquisita cum ossibus *Elephantis primigenii*, *Rhinocerotis tichorhini*, *Bovis prisci*, *Cervi megacerotis* etc. sit eodem loco reperta.

Tabulae explicatio.

Elasmotherii Fischeri mandibulae integrae a Trautscholdio descriptae icon gypseae imagini Musei Academiae Petropolitanae, ab eo benevole communicatae originem debens.

Figura 1. Mandibulae facies superior $^1/_4$ magnitudinis naturalis.
Figura 2. Mandibulae pars anterior et media faciem inferiorem offerens, $^1/_4$ magnitudinis naturalis.
Figura 3. Mandibulae ramus dexter a latere conspectus ejusdem magnitudinis.
Figura 4. Facies superior condyli mandibulae sinistri $^1/_2$ magnitudinis naturalis.



Gez. v. Ofsjanikoff.

Gedr. i. d. Lith. Anst. v. Ivanson.

Elasmotherium Fischeri.

BEKANNTMACHUNG

der Kaiserlichen Akademie der Wissenschaften.

Als im Jahre 1847, bald nach Rückkehr des Herrn Dr. A. Th. von Middendorff von seiner sibirischen Reise, seitens der Akademie der Wissenschaften die Herausgabe seiner Reisebeschreibung in deutscher Sprache begann, wurde, einfacherer Berechnung wegen, für jeden Band derselben, ohne Rücksicht auf seinen Umfang und die Zahl der in ihm enthaltenen Tafeln, einförmig der Preis von 5 Rub. 40 Kop. (6 Thlr.) bestimmt. Gegenwärtig kann das Werk, ungeachtet einer Lücke im zweiten Bande, als vollendet betrachtet werden, und zwar enthält dasselbe 16 Lieferungen, die zu 4 Bänden zusammengestellt sind. Da jedoch der Inhalt des Werkes ein sehr mannigfaltiger und fast jede der Lieferungen einer besonderen Specialität gewidmet ist, so hat die Akademie, um die verschiedenen Theile des Werkes den betreffenden Fachgelehrten zugänglicher zu machen, die Bestimmung getroffen, dass von nun an wie die Bände so auch die Lieferungen einzeln im Buchhandel zu haben sein sollen, und zwar zu den folgenden, nach Umfang und Zahl der Tafeln normirten Preisen.

Dr. A. Th. v. Middendorff's Reise in den äussersten Norden und Osten Sibiriens während der Jahre 1843 und 1844 mit Allerhöchster Genehmigung auf Veranstaltung der Kaiserlichen Akademie der Wissenschaften zu St. Petersburg ausgeführt und in Verbindung mit vielen Gelehrten herausgegeben. 4 B^{de} in 4^{0} (1847 — 1875).

	Silber.		Reichsm.	
	Rbl.	K.	Mrk.	Pf.
Bd. I. Th. I. Einleitung. Meteorologische, geothermische, magnetische und geognostische Beobachtungen. Fossile Hölzer, Mollusken und Fische. Bearbeitet von K. E. von Baer, H. R. Göppert, Gr. von Helmersen, Al. Graf. Keyserling, E. Lentz, A. Th. v. Middendorff, W. v. Middendorff, Johannes Müller, Ch. Peters. Mit 15 lith. Tafeln. 1848. LVI u. 274 S.	3	45	11	50
Bd. I. Th. II. Botanik. **Lf. 1.** Phaenogame Pflanzen aus dem Hochnorden. Bearbeitet von E. R. v. Trautvetter. 1847. Mit 8 lithogr. Tafeln. IX u. 190 S.	2	25	7	50
Lf. 2. Tange des Ochotskischen Meeres. Bearb. von F. J. Ruprecht. 1851. Mit 10 chromolithogr. Tafeln. (Tab. 9 — 18.) S. 193 — 435.	3	95	13	20
Lf. 3. Florula Ochotensis phaenogama. Bearbeitet von E. R. v. Trautvetter und C. A. Meyer. Musci Taimyrenses, Boganidenses et Ochotenses nec non Fungi Boganidenses et Ochotenses in expeditione Sibirica annis 1843 et 1844 collecti, a fratribus E. G. et G. G. Borszczow disquisiti. Mit 14 lithogr. Tafeln. (19—31.) 1856. 148 S.	2	45	8	20
Bd. II. Zoologie **Th. I.** Wirbellose Thiere: Annulaten. Echinodermen. Insecten. Krebse. Mollusken. Parasiten. Bearbeitet von E. Brandt, W. F. Erichson, Seb. Fischer, E. Grube. E. Ménétriès, A. Th. v. Middendorff. Mit 32 lith. Tafeln. 1851. 516 S. (Beinahe vergriffen.)	7	35	24	50
Th. II. Lf. 1. Wirbelthiere. Säugethiere, Vögel und Amphibien. Bearb. von Middendorff Mit 26 lithogr. Tafeln. 1853. 256 S. (Vergriffen.)	6	35	21	20
Bd. III. Ueber die Sprache der Jakuten. Von Otto Böhtlingk. **Th. I. Lf. 1.** Jakutischer Text mit deutscher Uebersetzung. 1851. 96 S.	—	80	2	70
Lf. 2. Einleitung. Jakutische Grammatik. 1851. S. LIV u. 97—397.	2	30	7	70
Th. II. Jakutisch-deutsches Wörterbuch. 1851. 184 S.	1	40	4	70
Bd. IV. Sibirien in geographischer, naturhistorischer und ethnographischer Beziehung. Bearbeitet von A. v. Middendorff. **Th. I.** Uebersicht der Natur Nord- und Ost-Sibiriens. **Lf. 1.** Einleitung. Geographie und Hydrographie. Nebst Tafel II bis XVIII des Karten-Atlasses. 1859. 200 S. und 17 Tafeln des Atlasses.	3	15	10	50
Lf. 2. Orographie und Geognosie. 1860. S. 201—332. (Vergriffen.)	1	10	3	70
Lf. 3. Klima. 1861. S. 333—523 u. XXV.	1	70	5	70
Lf. 4. Die Gewächse Sibiriens. 1864. S. 525—783 u. LVI.	2	45	8	20
Th. II. Uebersicht der Natur Nord- und Ost-Sibiriens. **Lf. 1.** Thierwelt Sibiriens. 1867. S. 785—1094 u. XIII	2	50	8	30
Lf. 2. Thierwelt Sibiriens (Schluss). 1874. S. 1095—1394.	2	30	7	70
Lf. 3. Die Eingeborenen Sibiriens (Schluss des ganzen Werkes). 1875. S. 1395—1615. Mit 16 lith. Tafeln	3	25	10	80

MÉMOIRES
DE
L'ACADÉMIE IMPÉRIALE DES SCIENCES DE ST.-PÉTERSBOURG, VII^E SÉRIE.
TOME XXVI, N° 6.

MITTHEILUNGEN

UEBER DIE GATTUNG

ELASMOTHERIUM

BESONDERS DEN SCHAEDELBAU DERSELBEN

VON

J. F. Brandt.

Avec 6 planches lithogr.

(*Lu le 14 Mars 1878.*)

LIBRARY OF CONGRESS
OCT 4 1879
SMITHSONIAN DEPOSIT

ST.-PÉTERSBOURG, 1878.

Commissionnaires de l'Académie Impériale des sciences:

à St.-Pétersbourg:
M. Eggers et C^ie, J. Issakof et J. Glasounof.

à Riga:
M. N. Kymmel.

à Leipzig:
M. Léopold Voss.

Prix: 90 Kop. = 3 Mrk.

MÉMOIRES
DE
L'ACADÉMIE IMPÉRIALE DES SCIENCES DE ST.-PÉTERSBOURG, VII^E SÉRIE.
TOME XXVI, N° 6.

MITTHEILUNGEN

UEBER DIE GATTUNG

ELASMOTHERIUM

BESONDERS DEN SCHAEDELBAU DERSELBEN

VON

J. F. Brandt.

Avec 6 planches lithogr.

(*Lu le 14 Mars 1878.*)

ST.-PÉTERSBOURG, 1878.

Commissionnaires de l'Académie Impériale des sciences:

à St.-Pétersbourg:
M. Eggers et C^ie, J. Issakof et J. Glasounof.

à Riga:
M. N. Kymmel.

à Leipzig:
M. Léopold Voss.

Prix: 90 Kop. = 3 Mrk.

Imprimé par ordre de l'Académie Impériale des sciences.
Novembre 1878. C. Vessélofsky, Secrétaire perpétuel.

Imprimerie de l'Académie Impériale des Sciences.
(Vass.-Ostr., 9e ligne, № 12.)

Inhalt.

§ 1.

Zur Geschichte der allmähligen Kenntniss des Elasmotheriums. p. 1.

§ 2.

Uebereinstimmungen des Schädels der Elasmotherien mit dem der Rhinocerotinen, namentlich am meisten mit dem der Abtheilung der Tichorhinen. p. 4.

§ 3.

Abweichungen desselben von dem der tichorhinen Rhinocerotinen. p. 5.

§ 4.

Specielle Schilderung des Schädels des Elasmotheriums. Hinterhaupt. Schläfenbeine. Scheitelbeine. Stirnbeine. Keilbein. Oberkiefer, Zwischenkiefer, Choanen. Nasenmuscheln. Vomer. Foramina incisiva. Knöcherne Nasenscheidewand. Nasenbeine. Nasenöffnungen. Unterkiefer. Zahnsystem. Bemerkungen über das Verhalten der abortirenden Schneidezähne. Allgemeine Charaktere der Backenzähne. Charaktere der Backenzähne des Oberkiefers und Unterkiefers. p. 7.

§ 5.

Masse des Oberschädels und eines Unterkiefers. p. 23.

§ 6.

Bemerkungen über einen später untersuchten Hirntheil eines Elasmotheriumschädels. p. 25.

§ 7.

Zur systematischen Stellung und wesentlichen Charakteristik der Gattung Elasmotherium und zur Synonymie derselben. p. 25.

§ 8.

Ueber craniologische Beziehungen der Elasmotherien zu andern, nicht den Rhinocerotiden anzureihenden, Säugethierfamilien. p. 28.

§ 9.

Muthmassliche Bemerkungen über die äussere Gestalt des Elasmotheriums nach Maassgabe seines dem der tichorhinen Nashörner, seiner Faunengenossen, ähnlichen oder davon abweichenden Schädelbaues. p. 30.

§ 10.

Grösse des Elasmotheriums. p. 31.

§ 11.

Vermuthungen über seine Biologie. p. 32.

§ 12.

Verbreitung desselben auf Grundlage seiner bisher entdeckten Reste nebst Bemerkungen über das geologische Alter desselben. p. 32.

Erklärung der Tafeln. p. 35.

§ 1. Zur Geschichte der allmälig gewonnenen Kenntniss des Elasmotheriums.

Die neueren paläontologischen Forschungen haben bekanntlich gezeigt, dass zur sogenannten quaternären europäisch-asiatischen Fauna ehedem aus der Abtheilung der unpaarzehigen Vielhufer ausser einigen Elephantiden und zweier Arten kolossaler, zweihörniger, dicht behaarter Nashörner auch noch eine riesige, den letztern verwandte Gattung (*Elasmotherium*) gehöre, wovon man aber bisher nur erst wenige Reste, namentlich noch keinen ganzen Schädel oder ein vollständiges Gebiss kannte um die Stelle, welche sie im System einzunehmen hat, mit völliger Sicherheit bestimmen zu können.

Als ersten Fund eines *Elasmotheriumrestes* darf man wohl, wie es scheint, einen schon gegen Ende des vorigen Jahrhunderts, angeblich im Sande des Rheines, entdeckten, dem der Nashörner ähnlichen, Hirntheil eines Schädels ansehen, der aus der Sammlung des berühmten Craniologen Gall in die des *Jardin des Plantes* überging. Derselbe blieb, wohl weil dazu die Zähne fehlten, bis 1840 wenig beachtet, obgleich man ihn vielleicht für den einer unbekannten Rhinocerotide gehalten haben könnte. Während der Jahre 1840 und 1841 beschäftigte sich der berühmte Darmstaedter Paläontologe Kaup auf Grundlage von Zeichnungen, die er aus Paris erhalten hatte, mit der Untersuchung des fraglichen Hirntheils und bemühte sich in zwei Abhandlungen des *Neuen Jahrbuches für Mineralogie (Jahrgang 1840* und *1841)* denselben als einem *Elasmotherium* angehörigen nachzuweisen, während Duvernoy später (1853) ihm widersprach und den Rest einer neuen Gattung (*Stereoceros*) zuschrieb. Eine von mir später in Paris angestellte, eingehende Untersuchung des in Rede stehenden Hirntheils veranlasste mich 1864 in meinen *Observationes de Elasmotherii reliquiis* die Richtigkeit der Deutung Kaup's nicht nur anzuerkennen, sondern durch solche neue Gründe zu stützen, welche die Betrachtung des neu entdeckten vollständigen Schädels als unwiderlegliche erscheinen lässt.

Nicht der zuerst gefundene Rest des *Elasmotheriums* wurde demnach zur Aufstellung dieser Gattung benutzt, sondern ein anderer. Die Fürstin Catharina Daschkow hatte

nämlich dem Museum der Moskauer Universität die angeblich aus Sibirien stammende Hälfte des Unterkiefers eines kolossalen Thieres geschenkt, die G. Fischer wegen ihrer innen gebogene Schmelzplatten bietenden, grossen Backenzähne mit Recht *1808* in einem *Programm* einer neuen untergegangenen Gattung unter dem Namen *Elasmotherium* (*Plattenthier*) zuerkannte, im *Bd. II* der *Mémoires d. naturalistes de Moscou 1809* aber näher beschrieb und durch Abbildungen erläuterte, während er die derselben zu Grunde liegende Art als *Elasmotherium sibiricum* bezeichnete; ein Name, der später vom bekannten französischen Naturforscher Desmarest passender mit *Elasmotherium Fischeri* vertauscht wurde. Auch Desmarest entging indessen, dass der oben erwähnte, dem der Nashörner ähnliche, im Jardin des Plantes vorhandene, Hirntheil möglicherweise dem *Elasmotherium* angehören könnte. Zu Anfange der dreissiger Jahre will man auch in Ungarn bei Szekszord im Comitat Tolnok, sowie auf Sizilien, bei Palermo, in einer Höhle Zähne des *Elasmotheriums* gefunden haben, worüber aber eingehende, die richtige Bestimmung derselben genauer nachweisende Mittheilungen fehlen. Einen offenbar dem *Elasmotherium* angehörigen Ueberrest brachte später Graf Al. v. Keyserling von seinen Reisen aus dem nahe dem Caspischen Meere gelegenen Theile der Kirgisensteppe mit. Es ist der von ihm dem Museum der Petersburger Akademie der Wissenschaften geschenkte Backenzahn, welchen er treffend für einen der damals noch unbekannten obern Backenzähne erklärte, Fischer indessen einer zweiten *Elasmotherium*-Art (einem *Elasmotherium Keyserlingii*) zuschrieb.

Später erhielt das Museum der Akademie zwei untere Backenzähne aus dem Gouvernement Saratow und einen dritten aus dem Charkow'schen.

Die nochmalige eingehende Untersuchung der von Fischer beschriebenen Unterkieferhälfte und der im akademischen Museum vorhandenen Backenzähne, sowie die in Paris ermöglichte genauere Betrachtung des oben erwähnten Schädeltheils veranlassten mich ausser einigen kleinern Mittheilungen über *Elasmotherium*, welche ich der Petersburger, Berliner und Pariser Akademie machte, die oben erwähnten *Observationes de Elasmotherii reliquiis* zu veröffentlichen. Dieselben enthalten ausser der durch V Tafeln erläuterten eingehenden Schilderung der erwähnten Reste des *Elasmotheriums*, wie bereits angedeutet, auch muthmassliche Bemerkungen über seine Grösse, seine Lebensweise, seine Verbreitung und seine Verwandtschaften. Nach Massgabe der letztern wurde dasselbe für eine den *Rhinoceroten* verwandte, aber durch denen der Pferde ähnliche, wurzellose, nur in der Fünfzahl vorhandene Backenzähne ausgezeichnete Gattung der *diluvialen Fauna* erklärt. Gleichzeitig wurde schliesslich darin umständlich nachgewiesen, dass Fischer's *Elasmotherium Keyserlingii* keinen Anspruch auf Geltung machen könne.

Neun Jahre nach der Veröffentlichung meiner Arbeit (1873) erschien von Trautschold im *Bulletin d. naturalistes de Moscou* die Beschreibung und Abbildung eines ganzen, im Stawropol'schen Kreise des Saratowschen Gouvernements bei Chräschtschowka im Flussbette der Atruba gefundenen Unterkiefers, der dem Museum der Petrowski-Rasumowki'schen landwirthschaftlichen Akademie zu Moskau einverleibt wurde, während Trautschold einen

schönen Gypsabguss anfertigen und auch dem Museum der hiesigen Akademie der Wissenschaften ein Exemplar zukommen liess, welches ich für die meiner *Synopsis der Rhinocerotiden* beigegebene Tafel benutzte.

Den bisher erheblichsten Fund von Resten des *Elasmotheriums* bildet aber ein ganzer Oberschädel nebst einem, ihm zwar individuell nicht zugehörigen, kleineren Unterkiefer. Die genannten Reste wurden im vorigen Jahre (d. h. 1877) bei dem Dorfe Lutschka, 15 Werst südlich von Sarepta, von Fischern aus der Wolga unterhalb ihres dieselben höchst wahrscheinlich früher bergenden, 5—7 Faden hohen, aus Lehm und Sand gebildeten Ufers gezogen, woraus sie vermuthlich losgespült worden waren, und vom Hrn. Kaufmann Knobloch in Sarepta erworben, der sie dem dänischen General-Consul in St. Petersburg, Herrn Pallisen, übersandte. Herr Pallisen wandte sich zur Prüfung und Bestimmung des Fundes an die Herrn Akademiker v. Schrenck und Strauch, welche die richtige Deutung sogleich nach dem Anblick desselben ermittelten und seine hohe Bedeutung gebührend würdigten. Herr Pallisen hatte übrigens in Folge davon die Güte Herrn Knobloch darüber zu berichten, welcher letztere die wichtigen, bisher einzigen, Reste, dem Museum der Akademie zu schenken die Gewogenheit hatte, worin sie nebst dem theilweis noch mit Haut bedeckten Skelet des Mamuth, einem mit Haut bekleideten Kopf und zwei Füssen des ebenfalls ausgestorbenen, büschelhaarigen Nashorns und dem vollständigsten Skelet sowie zahlreichen Schädeln der vertilgten nordischen Seekuh als eines der Unica prangen[1]).

Der Oberschädel hat zwar, da er etwas brüchig erscheint, einzelne, schwache Verletzungen erlitten, jedoch ist er im Ganzen doch so wohl erhalten, dass er eine treffliche Vorstellung vom Bau des Schädels des *Elasmotheriums* liefert und Kaup's von mir näher begründete Vermuthung, dass der im Rhein gefundene, oben erwähnte Hirntheil einem *Elasmotherium* angehörte, aufs glänzendste bestätigte.

Dem nicht zum Oberschädel passenden, kleineren, also einem anderen Individuum angehörigen, aber gleichzeitig mit dem Oberschädel eingesandten, Unterkiefer fehlt allerdings auf beiden Seiten das oberste Ende des aufsteigenden Astes, so dass weder ein Gelenktheil noch ein Kronenfortsatz an ihm wahrgenommen wird, ein Mangel, der indessen deshalb weniger empfindlich erscheint, weil der von Trautschold beschriebene Unterkiefer (den ich, wie oben erwähnt, auf einer meiner *Synopsis der Rhinocerotiden* beigegebenen Tafel darstellen liess) wenigstens beide mehr oder weniger vollständige Gelenktheile nebst einem

---

1) Die erste Nachricht über das fraglichche, wichtige Geschenk lieferte die deutsche Petersburger akademische Zeitung.

Am 14. März dieses Jahres erlaubte ich mir der Akademie vorliegende ausführliche, von sechs Tafeln begleitete Beschreibung des Schädels des *Elasmotheriums* vorzulegen, die später noch diejenigen Zusätze erhielt, welche sich auf seine Verwandtschaft, seine muthmassliche Grösse und Biologie, sowie auf seine Verbreitung und die Zeit seiner Existenz beziehen.—Alexander Brandt veröffentlichte zwei populäre Aufsätze über das *Elasmotherium*, einen kleineren, im *Journal de St.-Pétersbourg*, und einen grössern, von Abbildungen begleiteten im Journal «*Niwa*», welcher letztere in deutscher Uebersetzung in die von K. Müller herausgegebene Zeitung «*Die Natur*», Jahrgang 1878, № 30, p. 400 überging.

wohl erhaltenen Kronenfortsatz besitzt, die ich nach dem schönen Gypsabgusse desselben kennen zu lernen Gelegenheit fand.

Den erwähnten, in Russland gemachten, Funden reiht sich einerseits ein im Besitze des Professor's Jerofejew befindlicher, mir gütigst zur Ansicht mitgetheilter, wohlerhaltener Unterkieferzahn an. Derselbe wurde in einem Ausschnitt der Morschansk-Sysräner Eisenbahn entdeckt, der sich 8 Werst von der Stadt Pensa befindet. Hr. W. Kowalewski benachrichtigte mich überdies gefälligst, dass sein Bruder in Kiew den Zahn eines *Elasmotheriums* gesehen habe, der wohl aus Volhynien stamme.

---

§ 2. Uebereinstimmungen des Schädels des Elasmotherium's mit dem der Rhinocerotinen.

Der Anblick des Schädels des *Elasmotherium's* macht auf die Beschauer nicht blos durch seine Gestalt, sondern auch durch seine beträchtliche Grösse einen ganz eigenthümlichen Eindruck. Dessen ungeachtet ergiebt die genauere Betrachtung desselben, dass seine Gesammtgestalt an die der Rhinocerotinen erinnert, ja sogar sein Hirntheil, sein Schädelgrund, seine knöcherne Nasenscheidewand, die grossen, fast herzförmigen, Nasenöffnungen, die kurzen, zahnlosen Zwischenkiefer, sowie der ebenfalls keine bleibende Schneidezähne bietende Unterkiefer für solche Theile zu erklären seien, welche mit denen mancher *Rhinocerotinen*, namentlich mit denen meiner *Colobodonten*, besonders mit denen der mit einer knöchernen Nasenscheidewand versehenen (der *Tichorhinen*), im Wesentlichen übereinstimmen. Bemerkenswerth erscheint hierbei, dass nicht jede der beiden bisher bekannten Arten der *Tichorhinen* (*Atelodus antiquitatis* und *Merckii*)[1]) dem *Elasmotherium* durch dieselben Merkmale gleich nahe steht, sondern dass die eine Art durch diese, die andere durch jene ihm verwandter erscheint. — Der Schädel des *Atelodus antiquitatis* seu *tichorhinus* stimmt durch die vollständige knöcherne Nasenscheidewand, die ähnlichere Gestalt des knöchernen Gaumens und die mehr plattenförmige Gestalt des Symphysenfortsatzes des Unterkiefers, der des *Atelodus Merckii* aber durch den sehr schmalen, vorderen, stark comprimirten, untern, dreieckigen Theil der Schnautze, die in der Mitte breiteren Jochbögen und

---

1) Hinsichtlich des *Atelodus Merckii* sehe ich mich genöthigt als Berichtigung hier anzuführen, dass die in meinen *Observationes de Elasmotherii reliquiis, p. 5* als *Rhinoceros leptorhinus* Cuv. bezeichnete Art der *Rhinoceros leptorhinus* Owen's d. h. der *Atelodus Merckii* sei; dass ferner *Rhinoceros pachygnathus* Wagner's eine gute, hinsichtlich der Gestalt des Unterkiefers dem *Elasmotherium* sich nähernde Art darstelle. Bemerkenswerth erscheint übrigens, dass aus der Zahl der lebenden Arten *Rhinoceros simus* im Betreff des Unterkiefers dem *Elasmotherium* am nächsten kommt.

den in der Mitte stark ausgeschnittenen, an den Seiten stärkere Höcker tragenden, Hinterhauptskamm mehr mit dem des *Elasmotherium's* überein.

---

§ 3. Abweichungen des Elasmotherium-Schädels von dem der Rhinocerotinen etc.

An namhaften, mannichfachen Abweichungen des *Elasmotherium*-Schädels von dem der übrigen *Rhinocerotiden*, selbst dem der Abtheilung der *Tichorhinen*, fehlt es jedoch keineswegs. Derselbe bietet von der Mitte des Schnauzentheiles bis zum Anfange des Scheiteltheiles eine viel beträchtlichere Höhe, am Schnauzengrunde und dem Hinterhauptstheile, namentlich aber zwischen den Augenhöhlen, eine grössere Breite. Besonders auffallend ist jedoch, dass der ganze obere Stirntheil kuppelartig als mächtiger, halbkugelförmiger, oben rauher, runzeliger (wohl zum Tragen eines Horns bestimmter), beträchtliche Stirnzellen bietender, Höcker sich erhebt, welcher alle andern Theile der Schädeloberfläche überragt. — Der am Grunde breite Schnauzentheil ist dagegen in Folge seiner von hinten nach vorn allmählich fortschreitenden Compression derartig verschmälert, dass er am vorderen Ende dreieckig erscheint, jedoch so, dass der vorderste, rauhe Rand der knöchernen Nasenscheidewand nach aussen vortritt. Die über ihrem Alveolartheil der Backenzähne stark eingedrückten Oberkiefer zeichnen sich durch grössere Höhe, viel tiefere, grössere, einfache Backenzahnalveolen und die Gegenwart eines vor der Mitte des Orbitalrandes befindlichen (an die Pferde erinnernden), aber niedrigern, rauhen, nach vorn verlaufenden Kammes aus. Die schmalen, von oben gesehen ziemlich pyramidalen, mit Ausschluss ihres viel weniger zugespitzten Endtheils ebenfalls denen der Pferde ähnlichen Nasenbeine sind oben mit Ausnahme des, wie es scheint, leicht nach hinten gebogenen, eine längliche, leistenartige, etwas rauhe (wohl für ein Hörnchen oder eine Warze bestimmte?) Erhabenheit bietenden Endtheils, eben und glatt, an den Seiten eingedrückt und dachen sich, jedoch nur schwach, allmählich von oben nach unten ab. Der die hinten offenen, durch ihre Grösse ausgezeichneten Augenhöhlen vorn begrenzende Augentheil des Jochbeins tritt als einfacher, mächtiger, rauher Bogen ungemein stark nach aussen vor. Der mittlere, sehr verbreiterte Theil der Jochbögen erscheint von innen und oben nach aussen und unten gesenkt. Hinter den sehr beträchtlichen Ohröffnungen treten die mit den *Processibus mastoideis temporalibus* verschmolzenen *Processus mastoidei occipitales* als ungemein dicke, horizontale, die Ohröffnungen weit überragende Fortsätze frei nach aussen, fast flügelartig, vor. Der knöcherne Theil des Gehörganges liegt unten unbedeckt zwischen dem *Processus mastoideus temporalis* und dem frei hinter dem Gelenktheil des Schläfenbeins vortretenden Fortsatz. Die nur sehr mässig nach oben steigende Hinterhauptsschuppe zeichnet sich durch ihre Breite, die sehr tiefe, breite Nackengrube, den tiefen Ausschnitt ihres oberen Randes und die überaus be-

trächtlichen, dicken, oben sehr rauhen Seitenhöcker desselben aus. — Der Unterkiefer charakterisirt sich durch grössere Höhe, Breite und Dicke, seine mehr nach hinten geneigten, aufsteigenden Theile, die grössern, tiefern Alveolen der Backenzähne, dann durch den vordern breitern, gerundeten, stark verdickten, hinten und oben in der Mitte ein Paar runder, ansehnlicher Alveolen bietenden Rand des Symphysenfortsatzes. Ausser den beiden genannten Alveolen zeigt aber weder eine andere Stelle des vorderen Symphysenrandes, noch auch der untere Rand des Zwischenkiefers Spuren von Alveolen früher vorhandener, aber sehr früh verlorener, Schneidezähne. Ebenso bietet der schmale, kammförmige Alveolarrand des vordern Endes des Oberkiefers keine Andeutungen früher vorhandener Eckzähne. — Entwickelte Backenzähne, die von vorn nach hinten bis zum letzten an Grösse zunehmen, finden sich jederseits, sowohl im Ober- als auch im Unterkiefer, je fünf. Die Backenzähne im Allgemeinen (Taf. V, Fig. 4, 5, Taf. VI, Fig. 1, 1 A, 2, 3 und 3 A) sind sehr gross, namentlich lang, und gebogen. Sie zeigen indessen weder eine abgesetzte Krone, noch ein abgesetztes, Nebenwurzeln aussendendes, sondern nur einfaches Wurzelende. Ihre äussere, plättchenartige, längsgefaltete, am oberen Rande gekräuselte oder mit Schleifchen versehene, die Seitenflächen des Zahnes von der Krone bis zur Wurzel umgebende, dünne, gerippte Schmelzlage (Taf. VI, Fig. 1f,f,f,f u. 3 f,f,f,f) steht mit einer ansehnlichen, der Länge nach gerippten und gefurchten, mehrere Falten bildenden, grossen Schmelzplatte (Taf. VI, Fig. 1 B) in Verbindung, die im Innern jedes Zahnes vom Wurzelende bis zur Kaufläche verläuft und auf der Oberfläche derselben (Taf. V, Fig. 1, 3, 4, 5 und Taf. VI, Fig. 1A und Fig. 2 u. 3) mit Schleifchen oder Zähnelungen versehene Schlingen bildet. Diese Schmelzschlingen sind es, welche je zwei auf der Krone jedes Zahns wahrnehmbare, von innen nach aussen gerichtete, rinnenartige Vertiefungen der Knochensubstanz, Thäler (Taf. V, Fig. 5, a, b, Taf. VI, Fig. 1A, Fig. 2, 3, a, b), umsäumen, die von einem Ausschnitte a, b des innern oder auch vordern Randes der Zahnkrone beginnen. Durch ihre allgemeine äussere Gestalt, den Mangel eines von der Hauptmasse der einzelnen Zähne abgesetzten, einfachen Wurzelendes, sowie durch die Gegenwart innen in jedem Zahn von der Krone zur Wurzel verlaufender, gebogener Schmelzfalten ähneln die Backenzähne des *Elasmotheriums* am meisten denen der *Equiden*. Die von innen nach aussen verlaufenden Thäler der Kaufläche und die die Thäler umsäumenden Schmelzschlingen der *Elasmotherien* erinnern aber, besonders wegen ihrer Richtung, nicht an die der Pferde, sondern an die der *Rhinocerotinen*, wiewohl die Schmelzschlingen, welche die Thäler der *Rhinocerotinen* umsäumen, weder Schleifchen noch Kräuselungen bieten und ausserdem bei ihnen das vordere, nicht das hintere Thal das grössere ist. Die Zähne der *Elasmotherien* weichen überdies durch ihre schwächer gerippten, gefurchten äussern Flächen, die dünnere, schmal gerippte, stärker gefaltete innere Schmelzplatte, ferner durch die bereits erwähnte Richtung der Thäler, sowie die der sie umsäumenden Schmelzschlingen ab, welche letztere bei den Pferden (Taf. VI, Fig. 4—7) jederseits vier paarige, parallele, grössere, in der Mitte eingebogene (bei *Hipparion* gekräuselte), von vorn nach hinten gerichtete, mehr oder weniger vortretende Bogen-

falten und eine innere (fünfte), unpaare, bei *Hippotherium* und *Hipparion* gerundete, mittelständige (Fig. 6, 7c), bei *Equus* (Fig. 4, 5c) dreieckige, seitenständige, zeigen, also sich wesentlich von denen der *Elasmotherien* unterscheiden. Wenn nun aber die Zähne der letzteren durch das Verhalten ihrer Kaufläche von denen der *Equiden* merklich abweichen, so gilt dies noch weit mehr von den aus Platten gebildeten der *Elephanten*, die man früher auch damit in eine gewisse, unzulässige Uebereinstimmung zu bringen versuchte.

---

§ 4. Speciellere Schilderung des Schädels des Elasmotheriums.

So trefflich auch im Allgemeinen als uralter, der Erde entstammender, Rest der vorliegende, nur hier und da etwas mürbe, Schädel erhalten ist, so vermag er doch nicht, da seine Knochen, offenbar in Folge des höhern Alters des Inviduums, dem er angehörte, der maassen verschmolzen erscheinen, dass die Näthe, welche sie früher verbanden, theils gänzlich verloren gegangen, theils nur als so geringe Spuren angedeutet sind, dass sie mit Bestimmtheit sich nicht erkennen lassen, genau genommen, als ein solcher angesehen zu werden, woran sich die vollständigen Umrisse aller seiner einzelnen Knochen erschöpfend beschreiben und bildlich darstellen liessen. Dessen ungeachtet gehört er ohne Frage zu den besterhaltenen Schädeln der Diluvialzeit, der als Grundlage einer annähernd ganz genauen Beschreibung zu dienen und mit Hülfe ihm entlehnter, getreuer, bildlicher Darstellungen eine nicht zu verachtende, genaue, allgemeine, wenn auch noch nicht völlig erschöpfende, lange ersehnte Vorstellung vom unbekannten Bau des Schädels der so merkwürdigen Gattung *Elasmotherium* zu verschaffen und die Entscheidung der Frage über ihre systematische Stellung, sowie über ihre Verwandtschaften in der Hauptsache zum Abschluss zu bringen.

Hinterhaupt.

Das Hinterhaupt besitzt eine, besonders hinten, breite Pars basilaris, die unten nur vorn eine kurze, schwache, centrale Längsleiste trägt. Die Condylen sind gross, breit und zugerundet. Das ansehnliche Hinterhauptsloch ist ziemlich quadratisch. Aus jeder Seite seines Basaltheils entspringt ein ansehnlicher, rauher, höckriger, stark nach aussen und etwas nach vorn gewendeter Fortsatz, *Processus mastoideus occipitalis*, der mit dem *Processus mastoideus temporalis* dergestalt verschmolzen ist, dass beide einen einzigen, sehr grossen, dicken, rauhen, breiten, ziemlich dreikantigen, vorn ausgekehlten, unten vertieften hinten fast ebenen, oben breitrandigen, unten am Ende etwas gerundeten Knochenfortsatz darstellen, der die hintere Wand des Gehörganges begrenzt und in horizontaler Richtung so stark, fast flügelartig, nach aussen vortritt, dass er mit seinem zugerundeten äussern

Ende den Jochbogen etwas überragt. Die sehr breite, niedrige, kräftige, dicke Hinterhauptsschuppe tritt mit ihrem obern Theile nur mässig nach oben und hinten vor. Ihre hintere, an den gebogenen Seitenrändern ausgeschweifte, nach innen von diesen jederseits mässig gewölbt vorspringende Fläche besitzt oben in der Mitte eine ansehnliche Grube (Nackengrube), welche oben von einem kleinen, kurzen Längskamm durchzogen wird, sich nach unten aber in eine Längsfurche fortsetzt. Der obere Rand der Schuppe ist in der Mitte tief ausgeschnitten oder ausgerandet, während seine Seitenhälften, besonders hinten, als zwei überaus mächtige, quere, rauhe und grubige, horizontale Höcker sehr beträchtlich vortreten.

Schläfenbeine.

Die Schläfenbeine bieten einen länglichen, niedrigen, hinten schmalen, über der Gehöröffnung horizontalen, ebenen, vor derselben aber absteigenden, breiten Schuppentheil, der über der sehr grossen, weiten, stark gerundeten, mit einem weiten Gehörgang verbundenen äusseren Gehöröffnung einen dicken, aussen scharfrandigen Bogen bildet, auf dem die bei den *Rhinocerotinen* aus der Gehöröffnung nach oben tretende, dreieckige, fast pyramidale Grube nur durch einen sehr schwachen, dreieckigen Eindruck angedeutet ist. Der Grund ihres Jochfortsatzes, dessen Abgrenzung vom eigentlichen Jochbein, sowie Erstreckung nach vorn sich, wegen Nathmangels, nicht bestimmen lässt, ist innen ziemlich breit und dacht sich nach vorn mässig ab. Sein hinteres Ende zeigt eine äussere gebogene, etwas rauhe und eine obere, schwächere, vertiefte Fläche. Der stark in die Quere entwickelte Gelenktheil besitzt einen ansehnlichen, länglichen, queren, mässig gewölbten Gelenkhöcker, hinter welchem nach aussen zu eine tiefe, gebogene Grube wahrgenommen wird. Hinter der hintern Hälfte des Gelenkhöckers bemerkt man eine breitere, aber flachere, nach innen verschmälerte Grube, deren innerer, schmaler Theil von einem ansehnlichen, mässig langen, geraden, dicken, fast viereckigen, mit einer vorderen, ebenen, wie polirten, also den Charakter einer articulirenden an sich tragenden, Fläche versehenen, sonst aber rauhen, am Ende etwas abgerundeten Fortsatz (*Processus postglenoidalis*, ob *styloideus?*) begrenzt wird, der frei nach unten entfernt vom untern Saume des *Processus mastoideus temporalis* vorragt, so dass zwischen ihm und dem Hinterhaupt die unbedeckte Pyramide des Schläfenbeins liegt.

In dieser Hinsicht nähert sich also *Elasmotherium* dem *Ceratorhinus sumatrensis* (s. Flower, *Proc. Zool. soc. 1876, p. 444, Fig. 1*), jedoch ist der Abstand zwischen dem Gelenksfortsatz und dem Fortsatz des Schläfenbeins bei *Elasmotherium* viel grösser. Der *Processus mastoideus temporalis* erscheint, wie schon beim Hinterhauptstheile bemerkt wurde, nicht mehr als getrennter Knochentheil, sondern bildet durch Verschmelzung mit dem *Processus mastoideus occipitalis* den oben genauer beschriebenen, ansehnlichen, stark nach aussen vortretenden Knochenfortsatz.

Die Pyramide der Schläfenbeine ähnelt der der *Rhinocerotiden*, ist aber etwas mehr in die Länge gezogen.

Die ziemlich lange und in der untern Hälfte ziemlich weite, oben stumpf zugespitzte, der der *tichorhinen Nashörner* am meisten ähnliche Schläfengrube senkt sich allmälig mehr nach unten als bei diesen.

Scheitelbeine.

Die Scheitelbeine bilden auf der Oberseite des Schädels eine sehr breite, nach hinten bis zum obern Rande der Hinterhauptsschuppe aufsteigende, und dort noch an Breite beträchtlichere, vierseitige, hinten und oben, wie die dahinter liegende Hinterhauptsschuppe, in der Mitte ausgeschnittene oder ausgeschweifte, sehr rauhe Knochenplatte. Die ansehnlichen, etwas vertieften, Seitentheile der Scheitelbeine werden durch eine erhabene Bogenlinie von ihrem oberen Theile abgegrenzt. Ob ihr vorderes, sehr rauhes Ende etwas gegen den mächtigen Stirnhöcker aufsteigt und theilweis ihn überdeckt, oder ob derselbe sich nach hinten auf die Scheitelbeine herabsenkt und sie überlagert, lässt sich wegen der Verschmelzung des Stirnhöckers mit den Scheitelbeinen an unserem Schädel nicht entscheiden.

Stirnbeine.

Als eine der am meisten auffälligen Eigenthümlichkeiten des *Elasmotherium*schädels darf die Bildung seines Stirntheils angesehen werden. Anstatt der bei den *Rhinocerotinen* oben gewöhnlich ziemlich horizontalen, höchstens schwach gewölbten, an den Seiten nur allmälig nach unten abgedachten, nach hinten aufsteigenden Stirnbeine sehen wir beim *Elasmotherium*, dass der ganze obere Theil derselben, mit Ausnahme ihres bogenförmig vortretenden Augentheils, sich in Form einer sehr ansehnlichen, mehr als ein Drittel der oberen Schädelfläche einnehmenden Kuppel erhebt, die vorn gegen den aufsteigenden Grund der Nasenbeine und vielleicht auch der Thränenbeine, hinten gegen die Scheitelbeine sich abdacht. Die ziemlich halbkugelförmige, nur vorn und hinten allmälig abfallende, Kuppel erscheint grösstentheils convex, oben und vorn nur wenig abgeplattet, über dem Augenbogentheil des Stirnbeins stark grubig eingedrückt und rauh, vorn hinter den Seitentheilen der Nasenbeine aber nur mässig eingedrückt und ziemlich glatt, jedoch mit rundlichen, zerstreuten Grübchen versehen. Die obere Fläche des gewölbten Theiles der Kuppel bedecken fast netzförmig vereinte, von runden, punctförmigen, zerstreuten Vertiefungen unterbrochene Runzeln und Höckerchen, welche auf ihrer vorderen Hälfte besonders hervortreten und von denen der Horngründe der *Rhinocerotinen* etwas abweichen. Zwischen den Runzeln bemerkt man aber ausserdem auch ansehnliche, zahlreiche, verästelte Gefässfurchen, welche einem jederseits (so auf der linken Seite unsers Schädels) einfachen oder (auf der rechten Seite desselben) durch frühe Theilung doppelten Gefässstamm ihren Ursprung verdanken, der linkerseits aus einer einfachen, grössern, über dem Augenbogen gelegenen Oeffnung, rechterseits aus zwei kleinen Oeffnungen hervortritt und dann sich nach oben

wendend, mannichfach auf der Kuppeloberfläche verästelt. Die erwähnten Oeffnungen und Gefässfurchen dürfen demnach als der *Arteria supraorbitalis* angehörige betrachtet werden.

Da die Kuppel auf ihrer linken Seite in Folge einer Verletzung eine grössere, nicht unbedeutende Oeffnung nebst einer kleinern besitzt, so war es mir möglich einige Bemerkungen über ihre innere Structur zu machen. Die Wand derselben, welche die äussere von der innern getrennte Stirnbeinplatte darstellt, ist dünn und bietet auf ihrer innern Fläche zahlreiche Ansatzpunkte eines dünnen, zellenartigen, dem der *Sinus frontales* ähnlichen, aber mehr oder weniger grossmaschigen Knochengewebes, welches nebst seinen zahlreichen, wohl ebenfalls maschenartig vertheilten Zwischenräumen den ganzen innern Raum der Kuppel ausfüllt und offenbar als bei weitem stärker als bei den echten *Rhinocerotiden*, namentlich weit stärker in der Richtung der Höhe und Breite entwickelte eigentliche Stirnzellen anzusehen ist. Die kuppelartige Erhabenheit des Stirnbeins wäre demnach nicht blos als Ansatz eines aus Hornsubstanz gebildeten Horns oder einer Schwiele, sondern auch als Behälter gewaltig entwickelter Stirnzellen zu betrachten. — Für die Deutung des kuppelförmigen Höckers als Ansatz eines Horns, und zwar eines aus Hornmasse gebildeten, spricht die ähnliche Beschaffenheit der obern rauhen Fläche mit der der Hornansätze der *Rhinocerotinen*.—Der Umstand, dass die das Stirnhorn der *tichorhinen Nashörner* stützende äussere Platte der Stirnbeine viel dicker ist als beim *Elasmotherium*, könnte für eine Schwiele sprechen. Da indessen die zahlreichen Knochenzellen, welche die kuppelähnliche Erhebung des Stirnbeins enthält, wesentliche Stützen für ein in Analogie mit den *Tichorhinen* selbst sehr ansehnlichen Horn abgeben konnten, und auch die so ansehnlichen Gefässfurchen der Kuppel auf die Gegenwart eines von ihr getragenen, sehr ansehnlichen Gebildes hinweisen, so möchte man wohl eher dasselbe für ein Horn als für eine Schwiele zu halten haben. Auf keinen Fall kann aber die knöcherne Stirnkuppel als ein solches Knochenhorn gelten, wie es Duvernoy auf Grundlage eines hintern, bei seinem *Stereoceros* (=*Elasmotherium*) wahrnehmbaren, fortsatzartigen Kuppelrestes dem *Elasmotherium* zuschreiben zu können meinte.

Der Augentheil der Stirnbeine tritt unter dem kuppelförmig emporragenden, hemisphärischen Stirnhöcker als breiter, dicker, oben eingedrückter, ansehnlicher Saum vor, dessen äusserer Rand in seinem vordern Drittel kurz und ausgerandet ist, während die beiden hintern längern Drittel in Form eines dicken, leicht nach hinten gewendeten, stark vortretenden, unten vertieften Fortsatzes den hintern Theil der Augenhöhle überwölben. Hinter dem genannten Fortsatze erhebt sich der Seitentheil der Stirnbeine in Gestalt einer niedrigen, stumpfen Leiste, worunter eine zweischenklige, von aussen nach innen gerichtete, in der breiten obern Hälfte grubig eingedrückte, unten in eine einfache Leiste auslaufende Erhabenheit sich findet.

Keilbein.

Der Körper des Keilbeins ist ziemlich in die Länge ausgedehnt, hinten viel breiter, als an seinem allmälig nach vorn zugespitzten, seitlich zusammengedrückten Theile. Seine

hinterste Fläche bietet jederseits eine sehr ansehnliche Grube. Seine hintere kammlose Fläche wird oben jederseits von dem ansehnlichen, weit nach hinten reichenden, hintern leistenartigen Fortsatze der Flügelbeine bedeckt. Von den grossen Keilbeinflügeln sind leider jederseits nur Bruchstücke vorhanden, die jedoch, wie das Keilbein überhaupt, auf eine unverkennbare Aehnlichkeit mit denen der *tichorhinen* Nashörner hindeuten. Die Flügelbeine sind jedoch im Verhältniss zur Grösse des Schädels dünner, auch steigen sie noch allmäliger von vorn nach hinten und unten herab. Statt der Flügelgrube sieht man nur schmale Furchen. Die Hamuli sind unvollständig erhalten, scheinen aber nicht sehr bedeutend gewesen zu sein.

Siebbeine.

Ueber Theile des Siebbeins giebt der Schädel keine Auskunft, selbst nicht über das Verhalten der *Lamina papyracea*, theils wegen des theilweis unvollständigen Zustandes, theils wegen der Verwachsung aller zur Bildung der Augenhöhle beitragenden Knochen.

Thränenbeine.

Die eigentliche Gestalt der Thränenbeine liess sich ebenfalls wegen ihrer Verschmelzung mit den ihnen benachbarten Knochen nicht angeben. Man sieht nur, dass sie eine äussere rauhe Fläche und einen obern, rauhen, dicken, nicht unterbrochenen Augenbogentheil besitzen, der oben in Form einer hinter einem kleinen Vorsprung befindlichen Spalte die äussere Oeffnung eines nach der Augenhöhle gerichteten, nur kurzen Canales (des Thränencanales) wahrnehmen lässt. Dass der Canal ein Thränencanal sei, zeigt unser Schädel des *Rhinoceros Merckii* besonders deutlich, wo ein ähnlich verlaufender, mittelst der Sonde bis in die Nasenhöhle zu verfolgender Canal sich findet, dessen äussere Oeffnung aber, abweichend von der des *Elasmotheriums*, innen vom höckrigen Augenbogen frei mündet.

Jochbogen.

Der kräftige Jochbogen beginnt mit seinem kurzen, hintern, bereits beim Schläfenbein als Jochfortsatz desselben beschriebenen, ziemlich horizontalen Theil und bietet unten den gleichfalls schon beim Schläfenbein erwähnten Einlenkungstheil für den Unterkiefer. Der mittlere, grössere, unten etwas gebogene, innen ziemlich ebene, oben gerad-, unten bogenrandige, eine länglich-ovale, obere, ebene Fläche bietende Theil des Jochbogens senkt sich abweichend von dem der *Rhinocerotinen* in sehr schiefer Richtung stärker von innen nach aussen und unten. — Der vordere, vom mittlern aussen und innen stark abgesetzte Theil des Jochbogens (die *Pars orbitalis* des Jochbeins) ist viel beträchtlicher als selbst bei den *tichorhinen* Nashörnern. Ueberdies erscheint er breiter, dicker, von innen nach aussen länger, auf der glatten, ansehnlichen, bogenförmig eingedrückten Augenfläche tiefer und tritt mittelst seines weit ansehnlichern, ganzrandigen (nicht wie bei den *tichorhinen Nas-*

hörnern in Höcker getheilten), besonders vorn ungemein verdickten, sehr rauhen Augenbogens viel stärker als bei den genannten *Rhinocerotinen* nach aussen vor. Durch das geschilderte Verhalten der so beträchtlichen *Pars orbitalis* erscheint die hinten offene Augenhöhle des *Elasmotheriums* viel weiter als bei allen bekannten *Rhinocerotinen*, ein Umstand, der vermuthen lässt, dasselbe habe weit grössere Augen besessen als diese.

Oberkiefer.

Die ansehnlichen Oberkiefer zeichnen sich sowohl durch ihre Höhe und Breite als auch die stark eingedrückte obere Hälfte ihrer Aussenfläche aus, während die untere Hälfte derselben mässig gewölbt vortritt. Auf ihrer Aussenfläche bemerkt man ferner als Abweichung von den *Rhinocerotinen* 1) den hohen, nach hinten geneigten, vorn bogenförmig ausgeschnittenen, vordern, die Nasenöffnung begrenzenden Rand, der indessen, abgesehen von seiner grössern Höhe und Neigung nach hinten, durch einen aus seiner Mitte vortretenden kleinen Höcker an die *Tichorhinen* erinnert. 2) Das in der Mitte zwischen der Nasenöffnung und dem Augenbogen (fern vom vordern Oberkieferrande) befindliche, grosse *Foramen infraorbitale* und 3) die Gegenwart einer vor der Mitte des vordern Theils der Augenhöhlenwand etwas schräg nach vorn verlaufenden, kurzen, etwas rauhen Leiste, die abgesehen von ihrer Form an eine viel grössere, höhere, weiter nach hinten reichende, dreieckige, nicht bei den andern *Rhinocerotiden*, sondern bei den *Equiden* vorkommende erinnert und als Homologon derselben anzusehen ist. — Der kurze, aber sehr hohe, vorn die Nasenöffnung unten etwas überragende, aussen eingedrückte Zwischenkieferfortsatz jedes Oberkiefers sendet aus seinem obern Saum einen länglichen, nach oben und vorn steigenden, etwas nach aussen abgedachten, plättchenähnlichen Vorsprung aus, der sich der knöcher-Nasenscheidewand annähert, jedoch durch eine enge Spalte von ihr getrennt bleibt. Sein unterer Saum ist comprimirt und bietet einen sehr schmalen, kammartigen, etwas nach innen gebogenen Alveolarfortsatz, der mit dem Zwischenkiefer verschmilzt. — Der hohe, breite Alveolartheil des Oberkiefers erscheint über seinem 2—4-ten Backenzahn convex, jedoch über dem letzten Backenzahne, unter der mit der der Pferde verglichenen Leiste, grubig eingedrückt.

Der Gaumentheil des Oberkiefers ist hinten mit den Gaumenbeinen dermassen verschmolzen, dass dadurch eine der der *Rhinocerotinen* im Ganzen ähnliche, horizontale, hinten jederseits in einen schmalen, etwas nach innen gebogenen, dem Gaumenbein angehörigen, unten eingedrückten Schenkel auslaufende Knochenmasse gebildet wird, die sich von der der *Rhinocerotinen* dadurch unterscheidet, dass ihr dem Oberkiefer angehöriger Theil hinten etwas breiter erscheint und sich nach vorn zu allmälig, jedoch weniger als bei den *Tichorhinen*, verschmälert, dass er ferner an seinem vordern Saume keinen einfachen, grossen Ausschnitt, wie bei *Rhinoceros*, sondern wie bei den *Tichorhinen* zwei, jedoch etwas grössere, längliche Ausschnitte besitzt, die durch einen schmalen, centralen, viereckigen, platten, unten drei

ovale Oeffnungen bietenden, nach vorn gerichteten, leider durch den Verlust seines vordern Theiles unvollständigen Fortsatz geschieden werden und den hintersten Theil der *Foramina incisiva* bilden. Der genannte, innen einen Längscanal bietende, bei *Atelodus antiquitatis* unten von einer offenen Längsrinne durchzogene Fortsatz scheint, als er vorn vollständig war, die untere Fläche des vordern Vomerendes bedeckt zu haben.

Zwischenkiefer, Choanen, Muscheln.

Die hinten mit dem vordern Ende der Oberkiefer verschmolzenen, kurzen, aber aussen hohen, eingedrückten, vorn und unten an einen stumpfspitzigen Winkel convergirenden, von denen der *Rhinocerotinen* gestaltlich wesentlich abweichenden Zwischenkiefer steigen mit ihrer nach oben verschmälerten Seitenwand in schräger Richtung nach vorn gewendet gegen den rauhen vordern Rand der zwischen ihnen liegenden, knöchernen, mit ihnen sich vereinenden Nasenscheidewand dermassen in die Höhe, dass ihr oberes Ende etwa der Mitte der Nasenöffnung gegenüber zu liegen kommt. Ihr oberes Ende bietet übrigens innen und unten hinter seinem vordern Rande einen dünnen, kammähnlichen, senkrechten, eigenthümlichen Vorsprung, welcher mit dem vordern, rauhen Ende des Vomer vereint ist. Ihr unterer (alveolarer), mässig dicker, gebogener Saum zeigt vorn in der Mitte einen bogenförmigen Ausschnitt, neben welchen jederseits ein kleiner, ziemlich dreiseitiger, rauher Höcker sich befindet, dem am bekannten Tschikoier Schädel des *Rhinoceros tichorhinus* ein kürzerer entspricht, in welchem ich bei Letzteren in einer kleinen, gerundete Wände bietenden, also deutlich als Alveole sich bekundenden, Grube einen winzigen Schneidezahn fand. Weder einer der fraglichen, obgleich unten schwach undeutlich-grubig eingedrückten Höcker, noch ein anderer Theil des Alveolartheiles des Zwischenkiefers des *Elasmotheriums* bot indessen die Spur eines Zahnrudiments, ja nicht einmal die einer deutlichen Alveole.

Die vorn und in der Mitte ziemlich ovale Choanenöffnung erscheint vorn stark gerundet, breiter als hinten, ähnelt aber, mit Ausnahme der etwas grössern Länge, mehr der des *Rhinoceros* (*Atelodus*) *antiquitatis* als der des *Merckii*. Was die Nasenmuscheln anlangt, so sind nur Reste ihres hintern Theils vorhanden, die indessen deutlich auf eine allgemeine Aehnlichkeit mit denen des *Atelodus antiquitatis seu tichorhinus* hinzudeuten scheinen, welche ich in meiner ersten Arbeit über dieselben (*Mém. d. l'Acad. Imp. d. sc. d. St. Pétersb. VI Sér. Sc. nat. T. V p. 96*) beschrieb und auf *Taf. XIX* darstellen liess.

Vomer.

Der *Vomer* beginnt hinten mit zwei Schenkeln und bietet dann einen dickern, convexen Theil, erscheint aber nach vorn zu zusammengedrückt. Ueber dem mittlern Theil des Gaumentheils der Gaumenbeine und der Oberkiefer sehen wir ihn mit einem untern, kammförmigen Fortsatze versehen, der mit dem Centrum der innern Fläche der genannten Gaumentheile vereint ist. — Ueber das genauere Verhalten seines vordern Theils wage ich mich, da

er theilweis kleine Mängel zeigt, nicht mit völliger Sicherheit auszusprechen. Soviel sich von ihm wahrnehmen lässt, erscheint der unten etwas unebene, zerstreute Poren bietende, längliche *Vomer* vorn niedriger und erstreckt sich bis zur Mitte des Zwischenkiefers, wo er sich mit dem kammförmigen Bogenfortsatz vereint, der hinten und über dem Ausschnitt des Zwischenkiefers von demselben nach hinten und oben gegen den *Vomer* aufsteigt. Hinter dem genannten kammartigen, vorn die *Foramina incisiva* scheidenden Bogenfortsatz scheint der *Vomer* unten, auch vorn, von dem leider verloren gegangenen vordern Theile des centralen Fortsatzes des vordern Randes des Gaumentheils des Oberkiefers, nach Homologie mit den *Tichorhinen*, bedeckt gewesen zu sein. Man darf dies wohl daraus schliessen, weil das hintere noch am Schädel vorhandene Ende des genannten Oberkieferfortsatzes den über ihm liegenden Theil des *Vomer* ebenfalls von unten deckt.

Bemerkenswerth ist übrigens, dass die obere Fläche des *Vomer* von hinten an bis, wie es scheint, zu dem vordern Theil des Gaumentheils des Oberkiefers zur Aufnahme des untern Saumes der knöchernen Nasenscheidewand rinnenförmig ausgehölht ist.

Foramina incisiva.

Die ansehnlichen, länglichen, vorn leicht gebogenen, am vordersten, breitern Ende in der Mitte nicht geschlossenen *Foramina incisiva* sind von einer oben vom *Vomer*, unten vom centralem Fortsatze des Gaumentheils des Oberkiefers, ganz vorn aber von dem aus der hintern, grübig eingedrückten, Fläche des Zwischenkiefers entspringenden, mehrerwähnten Kamm gesondert. Ihre obere Decke bildet ausser dem vordersten Ende des *Vomer* das in Form zweier länglicher Erhabenheiten bemerkbare, vorderste Ende der knöchernen Nasenscheidewand. Jedes der *Foramina incisiva* führt in eine ansehnliche, an den Seiten vom Ober- und Zwischenkiefer geschlossene, hinten in die Nase mündende Höhle.

Knöcherne Nasenscheidewand.

Die Nasenscheidewand ist sehr ansehnlich und wie bei *Atelodus tichorhinus* völlig knöchern. Sie beginnt hinten etwa unter der Mitte der Stirnkuppel. Ihr vorderer Theil liegt zwischen dem vordern Theil der Zwischenkiefer, so dass zwischen diesen ihr vorderer, etwas schräg abgestutzter, rauher und höckriger Rand nach aussen vortritt. Ihr oberer Rand ist hinten mit den Stirnbeinen, in der Mitte und vorn aber mit den Nasenbeinen verbunden. Der hintere und mittlere Theil ihres untern Saumes liegt in der rinnenartigen Aushöhlung der obern Fläche des *Vomer*. — Bemerkenswerth ist noch, dass das vorderste, an den Seiten dickwandige, an unserem Schädel vor dem abgebrochenen Endtheil der Nasenbeine liegende Ende des obern Saumes eine ebene, wenig rauhe, an den Seiten fast abgerundet-viereckige, allmälig etwas nach vorn und unten geneigte, obere Fläche besitzt, worüber höchst wahrscheinlich das am Schädel fehlende Ende der Nasenbeine lag.

Nasenbeine.

Die mit einander verschmolzenen, mit Ausschluss ihres nicht sehr scharf zugespitzten Endes, mehr an die der *Pferde* als die der *Rhinoceroten* erinnernden Nasenbeine bilden einen von dem der *Rhinocerotinen* dadurch abweichenden Nasentheil, dass er im Ganzen gerader und schmäler, sowie nur mässig nach vorn abgedacht erscheint. Sein im Verhältniss zur Schädelgrösse mässig breiter, in der Mitte mässig convexer, an den Seiten etwas eingedrückter, oben mit dem Grunde der Stirnkuppel, an den Seiten mit dem Oberkiefer verschmolzener Basaltheil geht nach und nach in den nach vorn sich etwas verschmälernden mittlern, etwas absteigenden, Theil über. Derselbe ist auf seiner obern Fläche eben, bietet aber flache, etwas eingedrückte, von oben nach unten gewendete Seitentheile, die oben breiter und mit den Oberkiefern verbunden sind, während der übrige Theil freie, nach unten gewendete, etwas schmale, leicht gebogene, aber nicht abgeplattete, saumartige Seitentheile bietet. Dem Endtheil der Nasenbeine unseres Schädels fehlt seine ganze vorderste, abgebrochene und verlorengegangene Hälfte. Der etwas absteigende vorderste Theil der knöchernen Nasenscheidewand, der sie offenbar aufgelagert war, deutet indessen darauf hin, dass, wie es scheint, das verschmälerte, fehlende Nasenbeinende leicht nach unten gebogen war. Bemerkenswerth ist, dass der am Schädel erhaltene Endtheil der vereinten Nasenbeine oben eine niedrige, dreischenklige, centrale, vorn leider nicht vollständige Längleiste mit granulirter Oberfläche zeigt, die wohl weiter nach vorn auf das fehlende Nasenbeinende sich fortsetzte, wie die vorn am erhaltenen vordern Nasentheil befindliche, halbmondförmige Bruchfläche andeutet, die auf das Fehlen des Endtheils der Leiste hinweist. Das Verhalten der Leiste lässt möglicherweise vermuthen: sie habe, als sehr schwachen Ersatz eines fehlenden Nasenhorns, eine kleine Hornspur in Form einer Warze oder Schwiele getragen, die nach Maassgabe ihrer leistenartigen Unterlage vielleicht eine comprimirte war. Demnach hätte vielleicht das den *tichorhinen* (zweihörnigen) Nashörnern am meisten verwandte *Elasmotherium* genau genommen nicht blos ein ansehnliches Stirnhorn, sondern auch ein, wenn auch sehr rudimentäres, warzenartiges Nasenhorn besessen, welches vermuthungsweise bereits auf der in meinen *Observationes de Elasmotherii reliquiis* Tafel V Fig. 3 mitgetheilten idealen Umrissfigur des Schädels angedeutet, jedoch viel zu gross gerathen ist. *Elasmotherium* würde aber immerhin von den bekannten zweihörnigen *Rhinocerotinen* dadurch sich zu unterscheiden haben, dass das Stirnhorn bei diesen entweder mit dem Nasenhorn mehr oder weniger von gleicher Grösse oder kleiner, nicht aber bei weitem grösser, wie beim *Elasmotherium*, erschien.

Nasenöffnungen.

Die sehr grossen, denen der *Rhinocerotinen* ähnlichen, Nasenöffnungen stimmen dadurch mit denen der *tichorhinen* Nashörner überein, dass sie auch vorn durch die allerdings niedrigen, obern Theile der Zwischenkiefer und oben durch den etwas vorspringenden freien

Rand der Nasenscheidewand und, wie zu vermuthen steht, auch den der Nasenbeinspitze etwas begrenzt erscheinen. Sie sind jedoch kürzer und in der Mitte im Verhältniss zur Länge etwas höher als bei den *tichorhinen* Nashörnern, so dass sie sich als etwas verschobenherzförmige, etwas an die der echten *Rhinocerotinen* erinnernde ansehen lassen. Ihr oberer Rand ist fast gerade, ihr unterer in der Mitte ausgeschweift.

Unterkiefer.

Wie bereits angedeutet gehört der Unterkiefer in Folge der Mittheilungen G. Fischers, Trautschold's, so wie meiner eigenen, weit ausführlichern, in den *Observationes p. 5—9* veröffentlichen und durch Abbildungen erläuterten, zu den bisher bekanntesten Resten des *Elasmotheriums*. Der neuerdings mit dem Oberschädel mitgetheilte, zu ihm wegen seiner geringen Grösse nicht passende, also ohne alle Frage einem andern, etwas kleinern Individuum desselben angehörige, Unterkiefer vermag zwar einige Vervollständigungen zu den frühern Beschreibungen zu liefern, da ihm aber der obere Theil der beiden aufsteigenden Aeste mit ihrem Gelenktheil und Kronenfortsatz fehlen, so mussten diese auf Tafel I. Fig. 3, a, b nach einem durch Trautschold's Güte erhaltenen, auf einer meiner *Synopsis Rhinocerotidum* beigegebenen Tafel dargestellten Gypsabgusse zur Ergänzung der genauern Beschreibung dargestellt werden.

Im Allgemeinen bestätigten übrigens die Untersuchungen, welche am fraglichen Unterkiefer angestellt wurden, meine frühern Angaben über seine nahmhaften, typischen Beziehungen zu dem der *tichorhinen* Nashörner. Er weicht indessen von denselben, genauer betrachtet, nicht blos durch die Zähne, sondern auch in mancher anderen Hinsicht ab. Sein an den der Elephantenkiefer erinnernder Bau ist kräftiger. Seine Aeste nebst ihrem mehr allmälig nach hinten aufsteigendem Theil sind höher, dicker und breiter und divergiren, besonders hinten, mehr nach aussen als bei den *tichorhinen Rhinocerotinen*. Der dem hintern Backenzahne gegenüber liegende untere Theil ihrer äusseren Fläche zeigt eine breite, auf ihren untern Rand fortgesetzte Grube. Die Alveolartheile für die Backenzähne sind beträchtlich dicker. Der etwas convexe Kinntheil bietet eine ansehnlichere Breite. Sein dem des *Atelodus tichorhinus* ähnlicher, aber breiterer, besonders an den weit stärker vortretenden Seitenrändern stärker aufgetriebener, unten auf seinem vordern Theile nur der Quere nach grubig eingedrückter (keine einfache, ansehnliche, auf der untern Fläche befindliche, centrale Grube wie *Atelodus tichorhinus* bietender) Symphysenfortsatz besitzt oben, in der Mitte seines vordern Saumes, zwei neben einander liegende, durch eine dünne Scheidewand von einander getrennte, rundliche, ziemlich ansehnliche, 19 mm. im Querdurchmesser zeigende, 6 mm. tiefe Grube, die offenbar für Alveolen zweier rundimentärer Schneidezähne zu halten sind. Andere seitlich vorhandene Alveolen oder Spuren derselben liessen sich jedoch nicht wahrnehmen, was sehr beachtenswerth ist, da die *Colobodonten Rhinocerotinen*, so namentlich *Atelodus tichorhinus*, deren im Unterkiefer und Oberkiefer vier (siehe Brandt *de Rhinocerote antiquitatis* Tab. III Fig. 4—7) besassen.

Die Gelenkfortsätze, wie der Kronenfortsatz, weichen von denen der *tichorhinen* Nashörner mehrfach ab. Die Gelenkfortsätze sind nicht blos im Allgemeinen weit dicker und breiter, sondern auch ihre besondern Theile zeigen Abweichungen. Ihr querer, weit dickerer Gelenkhöcker ist auf seiner innern, kürzern Hälfte vorn und hinten grubig eingedrückt. Die genannte, oben abgeplattete Hälfte desselben überragt übrigens nach oben etwas die äussere. Das untere Ende der hinten auf der innern Hälfte des Gelenkhöckers befindlichen, fast halbmondförmigen, tiefern, weit grössern, perpendiculären Gelenkgrube erscheint von der hinter ihr liegenden, kammartigen, weit dickern Hervorragung des Gelenkfortsatzes durch keine Furche geschieden, sondern vereint sich nach aussen und unten mit derselben. — Der kürzere, auf seiner äussern und innern Fläche eingedrückte, zugespitzte, mit einem stark vortretenden, verbreiterten, vorn abgeplatteten, jederseits leistenartig vortretenden, vordern Rande versehene Kronenfortsatz ist vom Gelenkfortsatz durch einen weitern Bogenausschnitt entfernt.

Zahnsystem.

Das Zahnsystem der *Elasmotherien*, von dem ich in meinen *Observationes* nur erst einzelne Zähne, wiewohl detaillirt, schilderte, ähnelt hinsichtlich der frühen Verkümmerung der Rudimente der Schneidezähne, des Mangels von Eckzähnen und seine Beschränkung auf die blosse Gegenwart von Backenzähnen bei den erwachsenen Individuen im Allgemeinen am meisten dem der *tichorhinen* und *afrikanischen* Nashörner.

Am Zwischenkiefer des vorliegenden Schädels lassen sich (wie oben bemerkt) nicht nur keine rudimentäre Schneidezähne, sondern selbst nicht einmal mit einiger Sicherheit solche bei *Atelodus antiquitatis seu tichorhinus* nachweisbare Gruben oder Grübchen nachweisen, die man für Reste von Alveolen anzusehen hat. Der Unterkiefer des *Elasmotheriums* enthält zwar gleichfalls keine Spuren von selbst kleinen Schneidezähnen, die obere Fläche des vordern Saumes seines Symphysenfortsatzes besitzt aber auf ihrer Mitte die beiden ansehnlichen, bereits erwähnten, 9 Mm. im Durchmesser haltenden, 6 Mm. tiefen, nur durch eine sehr dünne, schmale, knöcherne Scheidewand getrennten, also sehr nahe neben einander befindlichen Gruben, die man ohne Zweifel für Alveolen zweier rudimentärer, aber verloren gegangener, Schneidezähne anzusehen hat. Die weit bedeutendere Grösse dieser Alveolen im Vergleich mit den bei weitem kleinern, von mir ausführlich *Bull. phys.-math. de l'Acad d. St. Pétersb. VII, p. 305, 1848* beschriebenen, Schneidezahnalveolen des *Atelodus antiquitatis* seu *tichorhinus* gestattet die Annahme, dass die Zähne, oder wohl richtiger Zahnrudimente, welche sie enthielten, beim *Elasmotherium*, nach Maassgabe des beträchtlichern Durchmessers ihrer Alveolen viel grösser waren als die der eben genannten Nashornart und auch eine andere Gestalt besassen. Bemerkenswerth dürfte es übrigens auch sein, dass bei *Elasmotherium* nur zwei innere (centrale) Alveolen vorhanden sind, während von zwei äussern nicht die geringste Spur sich findet, da doch bei manchen lebenden *Rhinocerotinen* gerade die beiden innern Schneidezähne mehr oder weniger früh ver-

schwinden, die äussern dagegen mehr oder weniger kräftig sich entwickeln. Sollten zum Unterschied von den *tichorhinen Nashörnern* bei *Elasmotherium* wirklich nur die den innern, denen der *tichorhinen Rhinocerotinen* entsprechenden, Schneidezahnrudimente sich entwickelt haben, die äussern aber nebst ihren Alveolen überaus früh verschwunden sein?

Ausgebildete Backenzähne finden sich zwar, wie oben in der Charakteristik der Gattung *Elasmotherium* erwähnt, bei den bisher bekannten alten Individuen derselben in jedem der beiden Kiefer jederseits nur fünf, also im Ganzen deren zwanzig, während bekanntlich die *Rhinocerotinen* statt fünf in jedem der Kiefer jederseits deren sechs oder sieben darbieten. Da beim *Elasmotherium* indessen vor der Basis jedes vordersten Backenzahns sowohl des Ober-, als auch des Unterkiefers ein kleiner, grubenähnlicher, unregelmässiger Eindruck sich findet (wie ich bereits früher, hinsichtlich des Unterkiefers, in meiner Abhandlung *De Elasmotherii reliquiis* bemerkte), so lässt sich vielleicht die Vermuthung wagen, ob der erwähnte Eindruck nicht möglicherweise der umgestaltete Rest einer ehemaligen Alveole sein könnte, die nur in sehr früher Zeit ein sehr kleines Zahnrudiment enthielt; eine Vermuthung, deren Bestätigung wenigstens hinsichtlich der ursprünglichen Anlage der Zahl der Backenzähne *Elasmotherium* den *Rhinocerotinen* nähern würde. Im Verhältniss zur Grösse des vollständigen, hinter ihm befindlichen Vorderzahns dürfte allerdings das hypothetische Zahnrudiment ganz besonders klein im Unterkiefer gewesen sein.

Die vollständigen Backenzähne des *Elasmotheriums* mit denen der *tichorhinen* Nashörner, ja selbst denen des *Atelodus Merckii* (den grössten bekannten) verglichen, überbieten an Mächtigkeit im Allgemeinen die aller bekannten *Rhinocerotinen*. In Bezug auf ihre Stellung in den Kiefern lässt sich bemerken, dass sie im Oberkiefer in einer deutlichen Bogenkrümmung angeordnet sind, im Unterkiefer aber fast in gerader Linie stehen. Abweichend von den *Tichorhinen* sieht man, dass bei *Elasmotherium* die Kaufläche des letzten Zahnes höher liegt als die der vorhergehenden Zähne.

Hinsichtlich ihrer äussern Gestalt stimmen sie darin mit einander überein, dass sie sehr in die Länge gezogen und weniger oder mehr gebogen sind, dass sie weder einen abgesetzten Kronen- noch Wurzeltheil bieten, dass ihre mehr oder weniger gebogenen äusseren Flächen schmälere oder breitere Längsleisten und schmälere oder breitere Längsfurchen aufweisen, dass ferner ihr auf seiner Kaufläche von gekräuselten Schmelzfalten stets durchzogener Kronentheil in Folge seiner Abnutzung nur sehr ausnahmsweise solche Schmelzringe wahrnehmen lässt (s. Taf. VI, Fig. 3 links von *b*), die man bei den *Rhinocerotinen* so ungemein häufig sieht.

Der Kronentheil und der einfache, keine Nebenwurzeln bietende, Wurzeltheil sind, wie schon bemerkt, von der Hauptmasse der Zähne nicht abgesetzt. Dieselben bestehen aus äusserlich von einer ansehnlichen Cämentlage bedeckten Knochensubstanz, welche letztere von ihrer Krone bis zu ihrem Wurzelende von Blätter- oder Plättchen bildender Schmelzsubstanz durchsetzt ist, die in eine äussere und in eine centrale Schicht zerfällt. Die äussere Schicht der Schmelzblätter umgiebt, mit Ausnahme zweier innern, von Knochen-

masse gebildeten, schmalen Stellen (Taf. V, Fig. 5, Taf. VI, Fig. 1A und 2, *a*, *b*) die äussern Flächen des Zahns, als dünne, von Knochensubstanz bedeckte, in Längsfalten gelegte Platte, die auf der Kaufläche desselben eine weisse, gekräuselte oder gefaltete Schmelzschlinge darstellt, die nur innen an zwei Stellen durch Knochensubstanz unterbrochen ist (s. ebendaselbst), am Wurzelende des Zahnes aber als gefaltete Platte sich bemerkbar macht (Taf. VI, Fig. 1 B, *a*, *b*). Die centrale Schicht der Schmelzsubstanz erscheint am Wurzelende als mehrmals längsgefaltete und häufig längsgerippte Platte, die jederseits innen neben zwei durch Knochensubstanz ausgefüllten, von der Wurzel zur Krone verlaufenden, länglichen, bereits erwähnten Stellen beginnt und auf der Krone der Ober- und Unterkieferzähne weiter unten näher zu besprechende Differenzen darbietet. Ausser den eigentlichen, oben geschilderten, Thälern bemerkt man übrigens auf der Kaufläche der Zähne zwischen dem Saume der randständigen äussern Schmelzlamelle und dem äussern Rande der die Thäler umgebenden Schmelzschlingen rinnenartige, oft gewinkelte, geschlossene Vertiefungen der Knochensubstanz, die sich als Nebenthäler bezeichnen lassen (Taf. V, Fig. 4, 5 und Taf. VI, Fig. 1A, und Fig. 2, *d*, *d*, *d*, *d*).

Bemerkenswerth ist, dass, wenn an der äussern, innern, vordern und hintern Fläche der Zähne die äussere Cämentlage und die unmittelbar unter ihr befindliche, die Schmelzplatten umgebende, Knochenschicht in Folge ihrer theilweisen Verwitterung durch äussere Einflüsse (so bei Zähnen, die in feuchter Erde lagen) mehr oder weniger verloren geht, die widerstandsfähigen Schmelzplatten und Schmelzfalten nebst den ihnen noch anhängenden Resten von Knochensubstanz parallele, von der Wurzel des Zahns zur Krone verlaufende, mehr oder weniger rippenähnliche Falten darstellen, welche den Aussenflächen der in Verwitterung begriffenen Zähne ein längsgeripptes und gestreiftes Ansehn geben (Taf. VI, Fig. 1 und 3, *f*, *f* etc., sowie Fig. 3A).

Den mikroscopischen Bau der Zähne des *Elasmotheriums* habe ich bereits in meiner Abhandlung *Observationes de Elasmotherii reliquiis p. 10* und *11* zu erörtern versucht und ebendaselbst *Tab. IV* durch Abbildungen erläutert. Die Schlussfolgerungen dieser Mittheilungen wurden im nachstehenden Satze zusammengefasst; Quas *Ill.* Owenius (*Odontogr.*) *de Rhinocerotum* (*Pl. 139*) et *Elephantorum* (*Pl. 150*) molarium penitiori structura dedit figuras cum nostris ad *Elasmotherium* spectantibus comparantes inde redundat substantiae eburneae canaliculos ad elephantinos propius accedere et a rhinocerotinis et equinis magis differre. Substantia vitrea *Elasmotherii* molarium vero ab rhinocerotina fibrarum tenuitate et marginibus glabris earum distingui et equinae (*Ow. Pl. 131*) appropinquari posse videtur.

Obere Backenzähne.

Der Erste, der uns Kenntniss von der Gestalt eines obern Backenzahns verschaffte, war (wie erwähnt) Graf Alexander von Keyserling im *Bull. d. nat. d. Mosc. 1842 n. 2.* Nach meinen ausführlichen Untersuchungen weichen die obern Backenzähne von den untern

mehrfach ab. Ihre Kronen sind von aussen nach innen dicker, ziemlich quadratisch. Ihre innere Fläche ist schmäler als die andern. Sämmtliche Flächen zeigen mehrere nur mässige Furchen und Rippen auf der Aussenseite. Auf der Zahnsubstanz ihrer Kaufläche sieht man bei oberflächlicher Betrachtung nur ein einziges (Taf. VI, Fig. 1A, b und 2, b), mehr oder weniger tiefes, rinnenartiges, subcentrales, am Ende meist gegabeltes, zuweilen dreitheiliges Thal, das von innen nach aussen sich richtet und in dieser Richtung, ebenso wie die dasselbe umsäumende, geschlängelte oder gekräuselte Schmelzschlinge, länger erscheint, als die Thäler und die sie umgebenden Schmelzschlingen der Unterkieferzähne. Genauer angesehen zeigt sich aber, dass vor dem genannten Thal ein kleines, mehr nach aussen liegendes, kurzes, ebenfalls von einer Schleife des Aussenrandes umgebenes etwas flaches, gleichsam rudimentäres sich findet, welches dem mehr entwickelten vordern Thal a der Figuren der Unterkieferzähne entspricht (Taf. VI, Fig. 1A, a und Fig. 2, a) .Dass dieses Thal ein solches rudimentäres vorderes sei, deutet auch der Umstand an, dass sein Ausschnitt, ebenso wie beim Hauptthal (Taf. VI, Fig. 1A, b und Fig. 2, b) mit einer Längsfurche der ihm benachbarten perpendiculären Zahnfläche in Verbindung steht.

Die einzelnen Oberkieferzähne unseres Schädels zeigen nachstehende Besonderheiten.

Der aus der Alveole vorragende Theil des vordersten (kleinsten) Zahnes bietet eine der Quere nach viereckige Krone, welche von vorn nach hinten eine Breite von etwa 2,6 Centm.[1]) und von aussen nach innen 4,5 Centm., sowie über dem Alveolenrande eine Höhe von 4,5 Centm. besitzt. In Folge der sehr starken Abnutzung seiner Kaufläche sind die Thäler nicht ganz vollständig vorhanden. Die von der äussern Schmelzplatte nach aussen vortretenden Fortsätze sind ebenfalls unvollständig, bilden jedoch einigermaassen die Form eines Bogens.

Der vorragende Theil des zweiten Zahnes ist etwas schief quadratisch und von vorn nach hinten um ein Halb (4,3 Centm.), von aussen nach innen etwa um ein Neuntel (5 Cent.) breiter als der erste. Seine Höhe beträgt 4,4 Centm.

Das vordere kleine Thal ist länglich und mündet nach vorn, neben der vordern innern Ecke der Kaufläche (Taf. VI, Fig. 1A, a).

Das tiefe hintere Hauptthal (Taf. VI, Fig. 1A, b, b′) schickt rechterseits zwei Aeste nach aussen, die von der gekräuselten Schmelzschlinge umgeben werden; linkerseits aber theilt sich der hintere der eben erwähnten Aeste noch in ein grösseres vorderes und kleineres, hinteres Aestchen. Die zwischen der randständigen und der das Thal säumenden Schmelzschlinge befindliche, schmale, hufeisenförmige Grube, das *Nebenthal*, (Taf. VI, Fig. 1A, d, d, d) ist deutlich entwickelt.

Bemerkenswerth ist noch, dass der eben beschriebene Zahn, welcher sich aus seiner Alveole herausziehen liess (Taf. VI, Fig. 1), eine Länge von 17,5 Centm. und in der Mitte

1) Da die Oberflächen der Zähne nicht immer völlig intact sind, so können die Masse nicht immer ganz genau, sondern nur mehr annäherungsweise geliefert werden.

in seiner grössten Breite, 5,7 Centm. bietet. Die Tiefe seiner Alveole beträgt 10 Centm., die grösste Breite derselben 5,6 Centm.

Der vorragende Theil des dritten Zahnes ist von vorn nach hinten angesehen um ein Siebentel und von aussen nach innen um ein Sechstel (5,8) breiter als der zweite. Seine Höhe beträgt 3,2 Centm. Sein Hauptthal erscheint viel tiefer und am Ende zweischenkelig. Die Furche, welche zwischen der Randschmelzfalte und der das Thal umgebenden sich befindet (das Nebenthal) ist schwach hufeisenförmig, springt aber hinten und vorn eckig vor. Der Anfangstheil der Schmelzfalten, welche das Thal umgeben, zeigt vorn eine grosse Falte und rechterseits vor ihr einen Schmelzring. Das vordere Thal erscheint deutlich als eine winklige Einbucht neben der inneren vorderen Ecke der Kaufläche.

Der vorragende Theil des vierten Zahnes scheint von vorn nach hinten etwas mehr als um ein Drittel (6,8 Centm.) und von innen nach aussen fast gleich beit (6,1 Centm.) mit dem dritten. Seine Höhe beträgt 3,4 Cntm. Die Krone (Taf. VI, Fig. 2) bietet eine fast rhombische Gestalt. Das zweischenkelige Hauptthal (b) ist ziemlich tief und breit. Die dasselbe umsäumende Schmelzfaclte zeigt grössere Fältchen als bei den 3 Vorderzähnen. Ein vorderes Thal (a) liegt, wie gewöhnlich, am innern vordern Winkel der Kaufläche. Die zwischen der randständigen und der das Thal begrenzenden Schmelzfalte befindliche Furche (Nebenthal d, d, d, d) ist nur hinten ziemlich vertieft und breit, aussen und vorn aber sehr schwach und schmal.

Der hinterste Zahn erscheint etwas mehr in die Länge gezogen und comprimirt, ziemlich verschoben viereckig, hinten etwas verschmälert und besitzt einen wenig gebogenen Aussenrand. Seine Breite von aussen nach innen beträgt in der Mitte 5,2, von vorn nach hinten mehr als 8 Centm. Seine Höhe 2,4 (vorn) und 1,2 (in der Mitte). Seine hintere Fläche ist etwas gerundet, sein Hauptthal ziemlich tief, ein- oder zweischenkelig und mit etwas breiten Schenkeln versehen. Die das Thal umgebende Schmelzschlinge besitzt, besonders hinten, ansehnliche secundäre Fältchen. Auf der inneren, vorderen, etwas abgestutzten Ecke der Kaufläche bemerkt man ein deutliches vorderes Thal. Ein Nebenthal fehlt gleichfalls nicht.

Die äusseren Flächen der Oberkieferzähne sind ziemlich abgeplattet, jedoch etwas gebogen.

Auf dem zweiten, dritten, vierten und fünften Zahne verläuft über dem Thale an der innern Seite eine Furche, die beim dritten und vierten besonders breit und tief, beim zweiten aber am schmälsten sich zeigt.

Zähne des Unterkiefers.

Die Backenzähne des Unterkiefers unterscheiden sich bedeutend von denen des Oberkiefers. Sie sind komprimirter, dünner, sowie schmäler und bieten zwei breite Seitenflächen,

1) Natürlich gehören alle diese Masse der Kaufläche an.

dagegen eine vordere, wie hintere, schmale, gerundete oder platte. Auf jeder der Seitenflächen sieht man zwei Längsfurchen, die von der Krone zur Wurzel verlaufen und drei meist gerundete Längsleisten, eine mittlere und zwei seitliche, neben sich haben. Die vordere Furche der Innenseite ist schmäler (zuweilen etwas verstrichen) und geht in das vordere Thal der Krone über, die hintere, breitere, tiefere derselben ist mit dem hintern, breitern, grossen Thal vereint, welches zuweilen (so bei dem Hrn. Prof. Jerofejew gehörigen vorletzten Zahn) durch sehr starke Abnutzung eine sehr tiefe, innen zweischenklige Grube darstellt.

Der Längendurchmesser der Krone beträgt von vorn nach hinten bei den beiden hintersten, grössten Zähnen etwa die doppelte Länge des Querdurchmessers derselben, erscheint jedoch bei den drei vordern Zähnen von hinten nach vorn allmählich kürzer. Die Kaufläche der Kronen bietet daher keine rhombische Gestalt, wie bei den obern Backenzähnen, sondern eine länglich-viereckige, vorn und hinten mehr oder weniger schwach zugerundete. Die beiden Thäler sind von innen nach aussen weit kürzer (noch nicht halb so lang), jedoch etwas breiter und flacher als die der obern Backenzähne. Die Randschmelzfalten mit ihren nach innen auf die Ränder der echten Thäler fortgesetzten Schmelzschlingen bieten gleichfalls eine geringere Länge. Das hintere Thal besitzt eine weit grössere Breite als das vordere und die das erstgenannte innen umgebende, ungetheilte Schmelzschleife ist stark von vorn nach hinten ausgedehnt.

Im Allgemeinen gleichen übrigens die Kronen der Unterkieferzähne der *Elasmotherien* etwas mehr denen der *Rhinocerotinen* als die der obern Backenzähne.

An den einzelnen Zähnen des mit dem Schädel gefundenen Unterkiefers bemerkt man nachstehende Verschiedenheiten.

Der vorderste Zahn ist leider auf beiden Kieferseiten abgebrochen, so dass jederseits nur ein Fragment desselben sich findet, von denen das auf der linken Seite wahrnehmbare als das grössere erscheint. Nach Maasgabe der Basis dieses besser erhaltenen Fragments scheint sein Längedurchmesser unten 2,1 Ctm., sein Querdurchmesser von aussen nach innen 1 Ctm. betragen zu haben. Danach zu urtheilen war er offenbar unten und am hinteren Rande der Krone etwas mehr als doppelt so schmal als der zweite Zahn. Seine Höhe war daher auch dem entsprechend wohl eine geringere. Mit dem ihm homologen Oberkieferzahn verglichen, scheint er sonderbar genug mindestens doppelt so klein gewesen zu sein.

Der vorragende Theil des zweiten, ziemlich verlängert-viereckigen Zahnes springt in der Mitte vorn etwas vor. Sein Durchmesser von vorn nach hinten beträgt 4 Ctm., seine Breite von innen nach aussen 2,3 Ctm., seine Höhe über dem innern Alveolarrande rechterseits 4,7, linkerseits 4,1. Die Kaufläche desselben zeigt die vorn etwas unterbrochene (abgeschliffene), verletzte Randfalte. Das Hauptthal öffnet sich weit nach hinten. Die dasselbe umgebende Schmelzfalte ist im Verhältniss ansehnlich und sendet aus ihrem vordern Ende eine kleine Schlinge gegen das Centrum des Thals.

Der vorragende Theil des dritten Zahns misst an seiner Kaufläche von vorn nach hinten 4,6, von aussen nach innen 2,8 Ctm. Die Höhe desselben beträgt 4,4 Ctm. Er zeigt nur das ziemlich flache Hauptthal (Taf. V, Fig. 4, *b*), dessen Schmelzsaum grössere Fältchen aussendet; dann das hufeisenförmige Nebenthal, das vorn und hinten breit und ziemlich tief, am äusseren Rande aber schmal und flach ist (Taf. V, Fig. 4). Die innere Mündung des Hauptthals steht desshalb dem hinteren Rande ferner als beim zweiten Zahn.

Die Krone des vierten Zahnes (Taf. V, Fig. 5) misst von vorn nach hinten 6,6, von aussen nach innen 3,2 Ctm. Ihre Höhe beträgt 3,3 rechts und 3,8 links. Die Kaufläche derselben zeigt zwei deutliche Thäler. Das subcentrale, hinter der Mitte befindliche, grössere, breitere Thal (ebendaselbst, *b*) wird von einer grössere Nebenfältchen aussendenden Schmelzschlinge umgeben und nähert sich mit seinem Ende der Randschmelzfalte sehr stark. Das vordere Thal (ebendaselbst, *a*) wird von einer länglichen oder bogenförmigen Schmelzschlinge umgeben, die grössere oder kleinere Fältchen aussendet. — Ein einzelner, nicht zum beschriebenen Unterkiefer gehöriger, viel grösserer Zahn (Taf. VI. Fig. 3) bietet hinter dem hinteren, sehr ansehnliche Fältchen aussendenden, Saume der grossen Schmelzfalte des Hauptthales drei kleine, nicht gleich deutliche, an die der *Rhinocerotinen* gewissermassen erinnernde Schmelzringe. Die Randfalte desselben ist grösstentheils schwach, jedoch sieht man nach aussen an ihrem hinteren Theile mehrere ansehnliche, von ihr ausgehende, Fältchen.

Die Krone des fünften (hintern) Zahnes misst von vorn nach hinten 6,7, von innen nach aussen 3,6, ihre Höhe beträgt 4,1 Ctm. Die Schmelzschlinge, welche das vordere, ansehnliche Thal umgiebt, ist vorn nur schwach gekräuselt, hinten dagegen sendet sie starke Fältchen aus. Das hintere Thal umgiebt eine in die Breite gezogene Schmelzschlinge, welche grössere und kleinere Fältchen ausschickt.

Bemerkenswerth hinsichtlich der Backenzähne erscheint noch, dass die Krone des vorderen, im Kiefer erhaltenen, etwas nach hinten, die des hinteren sich nach vorn neigt, während die Kronen der mittleren Zähne ziemlich aufrecht stehen.

---

§ 5. Masse des Oberschädels.

Länge des Schädels vom vorragendsten Puncte der Nasenscheidewand bis zum oberen Hinterhauptsknorren (in der Luftlinie gemessen)	97 Ctm.
Die grösste Höhe desselben	39½ »
Die Höhe des Hinterhaupttheils des Schädels	25½ »
Die Höhe von der Kaufläche der Backenzähne bis zur Nasenwurzel	32½ »
Die Höhe vom Alveolarrande des Oberkiefers (über dem vorletzten Backenzahne) zur Wurzel der Nasenbeine (in der Krümmung gemessen)	33 »

Die Länge des meist vorhandenen Theiles der Nasenbeine . . . . . 23½ Ctm.
Die Länge des abgebrochenen Endtheiles der Nasenbeine . . . . . 5—7 (?) »
Von dem Ende der Nasenbeine bis zum unteren vordersten Rande des Zwischenkiefers . . . . . 13 »
Die obere Länge der Nasenöffnung . . . . . 23 »
Die Höhe der Nasenöffnung in der Mitte . . . . . 12½ »
Der Abstand zwischen dem Hinterrande der Nasenöffnung und dem Foramen infraorbitale beträgt . . . . . 7 »
Längsdurchmesser der Stirnkuppel . . . . . 37 »
Querdurchmesser derselben . . . . . 25⅓ »
Die höchste Höhe derselben . . . . . 10 »
Von dem Grunde derselben bis zur Ausrandung des Hinterhaupts . . . . . 15 »
Länge der Scheitelbeine . . . . . 17 »
Breite des Scheiteltheils in seiner Mitte . . . . . 16 »
» » » hinten . . . . . 29 »
Höhe des Hinterhaupts in der Mitte . . . . . 24 »
Höhe desselben vom vorderen Rande des For. magnum bis zum Hinterhauptshöcker 27 »
Breite des Hinterhaupts ganz oben von einem Höcker zum andern . . . . . 31 »
Breite des Hinterhaupts hinten über den Condylen . . . . . 15 »
Länge der Schläfengrube an dem oberen Rande . . . . . 30 »
Breite derselben . . . . . 11 »
Länge des Jochbogens . . . . . 36 »
Die grösste Breite desselben . . . . . 7½ »
Die Länge des Pr. *mastoideus temporalis* und *occipitalis* zusammen . . . . . 19 »
Die Breite der genannten mit einder vereinten Fortsätze . . . . . 12 »
Die Länge des Alveolartheils des Oberkiefers für die Backenzähne . . . . . 33 »

Masse des mit dem Schädel zwar gefundenen, aber nicht ihm angehörigen Unterkiefers.

Die grösste Breite des Symphysenfortsatzes des Unterkiefers . . . . . 13½ Ctm.
Abstand zwischen dem Vorderrande des Symphysenfortsatzes und dem Symphysenwinkel . . . . . 16½ »
Abstand zwischen den aufsteigenden Aesten des Unterkiefers . . . . . 18½ Ctm. (ungefähr)
Die Breite des Unterkiefers hinter dem letzten Backenzahne . . . . . 13½ Ctm.
Die Breite desselben vor dem vordersten Backenzahne . . . . . 5 »

§ 6. Bemerkungen über einen später untersuchten Hirntheil des Elasmotheriumschädels.

Noch war man mit dem Satz der Beschreibung des Schädels beschäftigt als Hr. Pallisen durch Hrn. Knobloch den dem Pariser ähnlichen Hirntheil eines zweiten Schädels des *Elasmotherium's* zur Bestimmung desselben an die Academie sandte. Derselbe zeigte zwar im Allgemeinen dieselben morphologischen Verhältnisse, ist indessen etwas grösser. Er misst (etwa) zwischen den Hinterhauptshöckern 35 Cm., zwischen den Mastoidei 48, zwischen dem obern Rande des Hinterhauptloches und dem Ausschnitt der Hinterhaupt schuppe 17 Cm.; die Breite der Scheitelbeine beträgt in der Mitte 19 Cm. Am Schädelfrag ment sieht man das Hinterhaupt mit sehr gut erhaltenen Condylen, die Scheitelbeine, die Schläfenschuppe mit dem Grunde des Jochfortsatzes und einem bedeutendem Theile der Articulationsfläche desselben, dann den mit dem *Processus mastoideus temporalis* verschmolzenen *Pr. mastoideus occipitalis*, ferner Theile der Pyramide mit der grossen, runden Gehöröffnung. Ausserdem bemerkt man den hintersten Saum des Stirnbeins und etwa die hintere Hälfte des Grundbeins. Bemerkenswerth ist, dass die Scheitelfläche sehr rauh erscheint. Der hintere Theil des Stirnrestes zeigt das Ende der sich nicht auf die Scheitelbeine und das Hinterhaupt, wie bei den Nashörnern, fortsetzenden Stirnzellen. Die obersten Riechzellen und die seitlichen obersten sind etwas stärker als bei den Nashörnern entwickelt, besonders aber die obern, breiten. Die zahlreichen Siebbeinmuscheln erscheinen einander etwas mehr genähert und nehmen, der grössern Breite des Schädels entsprechend, auch einen etwas grössern Raum ein. Der *Pr. mastoideus temporalis* besitzt am untern Theile seines vordern Randes eine tiefe Längsfurche. Bei der Untersuchung durch das Hinterhauptloch überzeugt man sich, dass die die Hirnhöhle begrenzenden Knochen ganz ausserordentlich dick sind und dass durch diesen Umstand das auch ohnedies geringe Volum derselben noch mehr verkleinert wird.

---

§ 7. Zur systematischen Stellung und wesentlichen Charakteristik der Gattung Elasmotherium.

Wie ich bereits in meinen *Observationes de Elasmotherii reliquiis 1864, p. 26 — 27* umständlich nachwies, hegten seit Fischer (der das *Elasmotherium* als Mittelform zwischen *Rhinoceroten*, *Elephanten* und theilweis auch *Edentaten* ansah) die verschiedenen Naturforscher bis zum Jahre 1864 über die Stelle, welche das *Elasmotherium* im System einzunehmen hat, sehr verschiedene Ansichten, von denen als die am meisten palpabele die von Cuvier und später auch von Owen vorgetragene erscheint. Dieselben hielten es nämlich für eine Mittelform zwischen *Pferden* und *Rhinoceroten*. Meinen mit Hülfe der von

Fischer beschriebenen Unterkieferhälfte, ferner einiger Zähne und des in Paris vorhandenen, angeblich am Rhein gefundenen Hirntheils (dem *Stereoceros* Duvernoy's) angestellten, umfassenden Untersuchungen zu Folge, stellte ich die Ansicht auf, *Elasmotherium* sei eine Gattung der Familie der *Rhinocerotiden*. Eingehende Studien über die Familie der *Rhinocerotiden* veranlassten mich meine eben erwähnte Ansicht zu modificiren. Es geschah dies zuerst in einem kleinen Aufsatze des *Bull. d. l'Acad. d. Pétersb. T. XXIV, 1877, p. 167*, der von meiner frühern Classification der *Rhinocerotiden* handelt. Die Gattung *Elasmotherium* wurde nämlich darin als Typus einer als *Thysanodontes* seu *Hippodontes* bezeichneten Unterfamilie der *Rhinocerotiden* aufgeführt. Die später erfolgte Entdeckung des ganzen *Elasmotherium*-Schädels veranlasste mich beim Abschluss meiner *Synopsis Rhinocerotidum* (*Mém. d. l'Acad. Imp. d. sc. d. St.-Pétersb. VII Sér. T. XXVI No. 5, p. 63*) die fragliche Unterfamilie als *Hippodontinae* seu *Elasmotherinae* zu bezeichnen und gleichzeitig eine ziemlich umfassende Charakteristik derselben sowohl in der genannten Schrift, als auch oben S. 5 die Abweichungen des *Elasmotherium*-Schädels von dem der *Rhinocerotinen* aufzuführen. Da aber die genannten Mittheilungen auch manche weniger wichtige Merkmale enthalten, so schien es mir nicht überflüssig die Hauptmerkmale nachstehend ganz besonders hervorzuheben und diesen die vollständige Literatur über *Elasmotherium* anzuschliessen. Gleichzeitig hielt ich es für zweckmässig über die cranionologischen, mehr oder weniger zulässigen Beziehungen der *Elasmotherien* zu andern Säugethierfamilien Bemerkungen mitzutheilen.

Subfamilia
Elasmotherinae seu Hippodontinae.

Wesentlicher Charakter[1]).

Der Schädel zeigt im Wesentlichen den Typus der *tichorhinen Nashörner*. Der Stirntheil und der Schnauzengrund sind jedoch weit höher, das dreieckige Schnauzenende ist seitlich stark zusammengedrückt. Die Stirnbeine erheben sich kuppelartig in einen mit zahlreichen Zellen (*Sinus frontales*) angefüllten, hemisphärischen, rauhen, aussen von zahlreichen Gefässfurchen durchzogenen, überaus ansehnlichen Höcker, der wohl die Stütze eines Horns von sehr beträchtlicher Grösse bildete. Die länglichen, ziemlich schmalen, an den Seiten zusammengedrückten, am Ende mässig zugespitzten Nasenbeine besitzen auf der obern Fläche ihres Endtheiles eine etwas rauhe, leistenartige Erhabenheit, die wohl als Unterlage eines sehr kleinen, mehr oder weniger warzenartigen Horns (Nasenhorns) zu betrachten ist. Die Nasenhöhle ist durch eine knöcherne Nasenscheidewand vollständig getheilt. Die kräftigen Augenbraunbögen treten sehr stark nach aussen vor. Die sehr ansehnlichen Jochbögen erscheinen stark nach unten und aussen gerichtet. Die beträchtlichen, mit den

1) Der mitgetheilte wesentliche Charakter dient (für jetzt wenigstens, da man nur eine Art von *Elasmotherium* kennt) auch als zur Kennzeichnung der Gattung und Art.

Processibus mastoideis temporalibus verschmolzenen *Processus mastoidei occipitales* überragen als dicke, flügelartige, horizontale Fortsätze die grossen Gehöröffnungen sehr bedeutend. Der knöcherne Theil des Gehörganges liegt unten unbedeckt zwischen dem *Processus mastoideus temporalis* und dem frei hinter dem Gelenktheil der Schläfenbeine vortretenden Fortsatze. Die sehr breite, nicht sehr stark nach oben ragende, und dort tief ausgeschnittene Hinterhauptsschuppe besitzt oben sehr rauhe, mächtige Höcker. Der dicke, ziemlich stark nach hinten geneigte Unterkiefer bietet nur in der Mitte seines dicken, breiten, obern Symphysenrandes zwei grosse Alveolen verlorner Schneidezähne. Die erwachsenen Individuen haben jederseits in jedem Kiefer fünf sehr lange, grosse Backenzähne, die weder eine abgesetzte Krone, noch einen gesonderte Wurzeln aussendenden Wurzeltheil bieten. Ihre Knochensubstanz wird von der Krone bis zum Wurzelende von Schmelzplatten durchzogen, von denen die äussere mit Ausnahme je zweier, länglicher, schmaler, von Knochensubstanz ausgefüllter, auf der innern Seite des Zahns befindlicher, auf der Kaufläche mit einem gerundeten Ausschnitt (Thalanfang) versehener Stellen den ganzen Zahn als äussere, aussen nur von einer dünnen Schicht von Knochensubstanz bedeckte Schmelzplatte umgiebt. Auf dem aus Knochensubstanz gebildeten Theile der Kaufläche des Zahnes verläuft von jedem Ausschnitt derselben aus eine breitere oder schmälere, kürzere oder längere, am äussern Ende einfache oder getheilte Rinne oder Grube (Thal), so dass jeder Zahn je zwei Thäler, ein vorderes kleineres (Taf. V, Fig. 5a, Taf. VI, Fig. 1A, und Fig. 2,a) und ein hinteres, grösseres (Taf. V, Fig. 4, 5, b, Taf. VI, Fig. 1A, 2, 3,b) besitzt. Jedes der Thäler ist mit Ausnahme des an seinem innern Ursprung befindlichen Ausschnittes von einer gekräuselten oder Fältchen bietenden Schmelzschlinge umgeben, die von einer das Innere des Zahnes durchsetzenden, mehrmals gefalteten, ansehnlichen Schmelzplatte ihren Ursprung nimmt, welche mit der äussern, auf der Kaufläche als gekräuselte oder gefältelte Randschlinge bemerkbaren Randschmelzplatte verbunden erscheint.

Synonymie.

Elasmotherium Fischeri Desmarest.

Elasmotherium sibiricum G. Fischer *Programme Moscou 1808, 4°, avec 2 pl., p. 23.* — *Idem. Mém. d. natur. d. Moscou, T. II (1809), p. 255, avec 2 pl.* — Cuvier *Rech. 4e éd. T. III, p. 187.*

Elasmotherium Fischeri Desmarest *Mammalogie (1820), p. 546.* — Desmoulins *Dict. classique T. VI, 1824, p. 92.* — B. Fischer *Synops. mamm. 1829, p. 417.* — H. v. Meyer *Palaeontographica (1832), p. 147.* — Owen *Odontogr. p. 587* und *Palaeontology (1860), p. 587.* — Bronn *Lethaea, 3. Ausg., B. III, S. 860.* — Pictet, *Paléontologie (1844), T. I, p. 267.* — Geinitz *Versteinerungskunde (1846), p. 44.* — Giebel *Palaeozool. (1846) p. 322; Allgemeine Palaeontologie (1852), p. 312; Odontographie (1855), Taf. 31, Fig. 8; Die Säugethiere*

(*1855*), *p. 209.* — Kaup *N. Jahrbuch f. Mineral. von Leonhard und Bronn, Jahrg. 1840, p. 453, Taf. VII* und *Jahrg. 1841, p. 241.* — Eichwald *Lethaea rossica II p. 360.* — J. F. Brandt *Monatsberichte d. königl. Akad. d. Wissenschaften z. Berlin 1863, p. 300, Compt. rend. d. l'Acad. d. sc. d. Paris, T. LVII no. 101, Sept. 7, 1863, p. 490. Ueber die bisher aufgefundenen Reste des Elasmotheriums Bull. d. l'Acad. Imp. d. St. Pétersb. T. VII, 1864, p. 480; Observationes de Elasmotherii reliquiis, Mém. d. l'Acad. Imp. d. sc. d. St. Pétersb., VIIme sér., T. VIII, no. 4 (1864), cum tab. V.* — (im Auszuge mitgetheilt im russischen Journal Натуралистъ (*Naturalist*) *1865, no. 1, p. 1—7.*) — Trautschold *Bull. d. la soc. d. natur. d. Moscou ann. 1873, p. 457 (mit kleinen Figuren des Unterkiefers).* — Roemer *Jahresbericht der schlesisch. Gesellschaft für vaterländische Cultur für 1874, den 13. Mai.* — J. F. Brandt *Bemerkungen über eine Synopsis der Familie der Rhinocerotiden, Bull. d. l'Acad. Imp. d. sc. d. St. Pétersb. T. XXIV (1877), p. 167.* — J. F. Brandt *Tentamen synopseos Rhinocerotidum viventium et fossilium, Mém. d. l'Acad. Imp. d. Sc. VIIme sér. T. XXVI no 5 (1878), p. 63.*

Elasmotherium Keyserlingii G. Fischer = Elasmotherium Fischeri Keyserling *Bullet. des natural. de Moscou 1842 no. 2, p. 454.* — J. F. Brandt *Observationes l. l. p. 28*[1]).

Stereoceros typus seu Galli Duvernoy *Archiv. du Muséum T. VII (Paris 1845), p. 25, Pl. II und III; Compt. rend. d. l'Acad. d. Paris 1853, Mars, p. 453; l'Institut sc. math. et phys. 1853, Mars, p. 109* (wie Kaup a. a. O. vermuthete und Brandt *Observationes* § 8, p. 18, Tab. V näher nachwies der Hirntheil des Schädels eines *Elasmotheriums*). — Bronn *Lethaea 3. Ausg., Bd. III, 1856, S. 858, Taf. XLIX, Fig. 4 a, b.*

Elasmotherii dentes Boué *Journal d. Geolog. III, p. 112* und Bivona Bernardi *1831, p. 117.*

§ 8. Ueber craniologische Beziehungen der Elasmotherien zu andern nicht den Rhinocerotiden anzureihenden Säugethierfamilien.

In der Beschreibung des Schädels wurde bereits angedeutet, dass die Gattung *Elas-*

1) Der Nachweis *Elasmotherium Keyserlingii*, (welches G. Fischer auf Grundlage eines vom Grafen Alexander v. Keyserling aus der Kirgisensteppe in der Nähe des caspischen Meeres mitgebrachten Zahnes begründen zu können meinte), sei keine eigene Art, sondern beruhe auf einem Oberkieferzahne des *Elasmotherium Fischeri*, wurde bereits vom letztgenannten trefflichen Naturforscher geliefert. In meinen *Observationes de Elasmotherii reliquiis* p. 28—31 vermochte ich ihm nur beizupflichten und seine Beweise ausführlicher zu bestätigen, in den vorstehenden Mittheilungen über das Gebiss des Elasmotheriums aber auch die leisesten Zweifel vollends zu beseitigen.

motherium in Betreff der meisten ihrer craniologischen Merkmale zur Familie der *Rhinocerotiden* gehörte, namentlich der Untergattung der Tichorhinen am nächsten verwandt war und durch bestimmte Kennzeichen theils der einen, theils der andern Tichorhinenart näher stand. Ferner wurde auch der Pferdeähnlichkeiten der *Elasmotherien* gedacht, welche sich in der Bildung der Backenzähne (namentlich ihrer innern, gefalteten, vom obern bis zum unteren Ende verlaufenden Schmelzplatten, sowie dem Mangel einer abgesonderten Krone und der Nebenwurzeln), desgleichen in der Gestalt der Nasenbeine und einer (wiewohl kürzeren und etwas rauheren) Leiste vor den Augenhöhlen ausprägten. Die genannten Pferdeähnlichkeiten dürften aber wohl eher nur als beachtenswerthe Annäherungen, nicht als innige typische Verwandtschaften sich ansehen lassen, da die Kauflächen der Backenzähne der *Elasmotherien* von denen der Pferde nicht unbedeutend abweichen, ja sogar durch das Verhalten ihrer Thäler an die der *Rhinocerotinen* unverkennbar erinnern (siehe S. 6—7).

Dass es mit den *Palaeotherien*, wegen der unläugbar nahen Beziehungen derselben zu den *Rhinocerotinen*, namentlich den *Aceratherien*, in einem gewissen Connexe stand, kann man wohl kaum leugnen.

Giebel (Bronn's *Klassen und Ordnungen des Thierr. Bd. VI, Abth. V p. 145*) sagt: *Elasmotherium* könne keiner besondern Familie der Hufthiere untergeordnet werden, erinnere aber in gewisser Hinsicht an die *Rhinoceroten*. Er lässt es übrigens als isolirte Gattung den Pferden folgen. Schmarda (*Zoologie 1872 II p. 512*) führt es wie *Hippotherium*, *Hipparion* und *Anchitherium* als ausgestorbene Gattung der *Solidungula* auf. In Folge einer an ihn desshalb von mir gerichteten Anfrage antwortete er mir, die in der zweiten (mir nicht vorliegenden) Ausgabe seiner Zoologie (II. 615) über *Elasmotherium* gemachte Angabe beruhe auf einem Versehen beim Satz. Man kann daher mit K. Müller (*Die Natur 1878 n. 30, S. 402*) keineswegs die Angabe festhalten, Schmarda habe dem *Elasmotherium* drei Zehen zuerkannt und dasselbe zu den Pferden gestellt.

Als Hinneigung zu den *Elephanten* lassen sich die beträchtliche Riechzellen enthaltende (allerdings horntragende) Auftreibung des Stirnbeins, die einigermassen der des Elephanten ähnliche Gestalt des Unterkiefers und die ansehnliche Grösse der einwurzligen, auf der Kaufläche gekräuselte Schmelzfalten bietenden Backenzähne ansehen.

Was die Beziehung der *Hyraciden* mit den *Elasmotherien* anlangt, so möchte ich sie auf das Verhalten der Thäler ihrer Backenzähne beschränken. Eine namhafte Hinneigung zu den *Tapiriden* vermochte ich craniologisch nicht wahrzunehmen.

Einer selbst sehr fernen Aehnlichkeit des *Elasmotheriums* mit den *Edentaten* und *Raubthieren* widerstreitet die Betrachtung des Schädelbaus gänzlich.. An die drei letztgenannten Beziehungen konnte man überdies nur vermuthungsweise vor Kenntniss des Schädels desselben denken. Die von mir (*Synopsis Rhinocerotidum, p. 63*) vertretene Ansicht, dass die Gattung *Elasmotherium* eine besondere Unterfamilie der *Rhinocerotiden*

(*Elasmotherinae* seu *Hippodontinae*) sei, möchte demnach in Betracht der eben namhaft gemachten Verwandtschaften ihre volle Berechtigung finden. *Elasmotherium* als eigenen Familientypus aufzustellen, wie Th. Gill (*Smithson. Miscellan. Novemb. 1872 p. 12*) offenbar auf blosser Grundlage der damals nur unvollständig bekannten Backenzähne und des Unterkiefers that, scheint mir wegen der so innigen allgemeinen Verwandtschaft der *Elasmotherien* mit den *tichorhinen Rhinocerotinen* nicht passend. Nach meiner Ansicht dürften vielmehr, wie ich in meiner *Synopsis der Rhinocerotiden* bereits erörterte, die durch einen ähnlichen Schädelbau übereinstimmenden Formen möglichst zusammen zu halten, auf die, allerdings immerhin beachtenswerthe, Gestalt der Backenzähne aber kein allzuhoher Werth zu legen, sondern dem Gesammtschädelbau die bei weitem grössere Wichtigkeit einzuräumen sein. Ich kann daher dem Herausgeber der Zeitschrift *Die Natur* (*Jahrgang 1878 no. 30, p. 402*) keineswegs beistimmen, wenn er meint, das *Elasmotherium* habe eine eigene Familie zwischen *Pferd* und *Nashorn* (ein *Nashornpferd*) gebildet.

---

§ 9. Bemerkungen über die muthmassliche äussere Gestalt des Elasmotheriums nach Maasgabe des dem seiner Faunengenossen, der tichorhinen Nashörner, ähnlichen oder davon abweichenden Schädelbaues.

Die Gesammtgestalt des Schädels dürfte auf einen ihr entsprechenden, den der *tichorhinen Nashörner* an Masse überbietenden Kopf hindeuten, der, wie es scheint, einem Thier angehörte, welches hinsichtlich seiner muthmasslichen plumpen Körpergestalt die *tichorhinen Nashörner* wohl überbot. Besonders stärker erschien offenbar der Kopf in Betreff der ansehnlichen Höhe des Grundes des Schnauzentheiles, ganz besonders aber seines hemisphärischen Stirntheiles, während er sich hinsichtlich der ansehnlichern Breite seines zwischen den Augen und Jochbögen liegenden Theiles sowie seines Schläfen- und Hinterhauptstheiles auszeichnete. Im Gegensatz zu dem anderer *Rhinocerotiden* besass übrigens *Elasmotherium* wohl einen stark comprimirten und verschmälerten vordern Nasen- und Schnauzentheil. Die schmälere Oberlippe könnte daher vielleicht sich der Rüsselform mehr oder weniger angenähert und als Ergänzung ihrer geringen Breite vielleicht einen sehr ansehnlichen fingerförmigen Greiffortsatz, wie bei den meisten *Rhinocerotinen*, geboten haben. Die geringe Breite des vordern Schnauzenendes des Schädels weist übrigens darauf hin, dass die Zunge des *Elasmotheriums* vorn, besonders am Ende, schmäler als bei den *Rhinocerotinen* war, während sein Hinterkopf auf einen grössern Umfang des Halses hindeutete. Seine stark vortretenden, beträchtlichern Augenhöhlen weisen offenbar auf weit grössere Augen hin, während die Gehöröffnungen gleichfalls weiter erschienen. Der Umstand, dass die obere Fläche des enormen Stirnhöckers namhafte Rauhigkeiten, wie die Hornansätze

der *Rhinocerotinen*, besitzt, die bei ihm von besonders stark entwickelten, netzartig verzweigten Gefässfurchen durchzogen sind, dann seine nahe Beziehung zu den *Tichorhinen*, besonders auch hinsichtlich seiner knöchernen Nasenscheidewand, sowie die bei den *Colobodonten Rhinocerotinen* von starker Hornbildung begleitete Verkümmerung seiner Schneidezähne, begünstigen die Ansicht, das *Elasmotherium* habe, wie diese, ein Stirnhorn besessen, welches in Betracht seines beträchtlichen Ansatzpunctes (des Stirnhöckers) eine überaus ansehnliche Grösse und Dicke, sowie vielleicht auch eine solche Länge besass, welche letztere möglicherweise der mancher Nashörner, so *Rhinoceros* (*Ceratorhinus*) *simus var. Oswellii* nob. ähnelte und die Kopflänge weit überbot. Durch das Vorkommen eines blossen, sehr grossen Stirnhorns würde das *Elasmotherium* sich von allen zweihörnigen bekannten *Rhinocerotinen*, lebenden und untergegangenen, denen allen ein sogar grosses Nasenhorn, ausser dem oft kleinern Stirnhorn, zuzuschreiben ist, wesentlich unterschieden haben. In ihrer vollen Bedeutung erscheint mir indessen eine solche Abweichung vom Typus der *Rhinocerotinen* nicht nachweisbar. Wie oben erwähnt, findet sich nämlich auf der obern Fläche des Endtheiles der Nasenbeine des *Elasmotheriums* eine kleine, etwas rauhe Längsleiste, welche sehr wohl ein kleines Nasenhorn oder eine Warze (als Homologon eines Nasenhorns) getragen haben könnte. Das *Elasmotherium* würde in diesem Falle nur durch ein sehr winziges, vielleicht nur warzenartiges Nasenhorn, nicht durch gänzlichen Mangel desselben, von den zweihörnigen *Rhinocerotiden* abgewichen sein[1]).

Da nach Maassgabe des Zusammenvorkommens ihrer Reste die *Elasmotherien* mit dicht behaarten *Elephanten* und ebenfalls dicht behaarten *tichorhinen*, ihnen zunächst verwandten, *Nashörnern*, sowie überhaupt mit andern behaarten Hufthieren (Rindern, Pferden und Hirschen namentlich) lebten, so steht wenigstens zu vermuthen, sie wären gleichfalls mit einer Haardecke bekleidet gewesen, die, wenn der bei Radloff erwähnte, mythische grosshörnige Stier wirklich ein *Elasmotherium* war, sogar als eine schwarze zu bezeichnen sein würde.

§ 10. Grösse des Elasmotheriums.

Dass das *Elasmotherium* an Grösse die ansehnlichsten Individuen der *tichorhinen Nashörner* übertroffen, jedoch die der *Mammuthe* nicht erreicht habe, lässt sich aus der Grösse seines Schädels, seiner Unterkiefer, sowie seiner Backenzähne mit Sicherheit annehmen. Die genauern Grösseverhältnisse desselben werden aber erst sich ermitteln lassen, wenn

1) Bereits in meinen *Observationes Tab. V, Fig. 3* versuchte ich auf Grundlage der Tichorhinen dem *Elasmotherium*, ausser einem Stirnhorn, auch ein Nasenhorn zu vindiciren, letzteres ist aber auf der genannten Figur, (da ich, als sie entworfen wurde, noch keine Kenntniss von den Nasenbeinen desselben besass) dem der Tichorhinen ähnlich, also viel zu gross dargestellt worden.

auch, wie zu hoffen steht, noch mehr ihm angehöriger Schädelreste, namentlich aber auch Knochen der Wirbelsäule und der Extremitäten, entdeckt sein werden.

§ 11. Vermuthungen über die Biologie des Elasmotheriums.

Die so nahen craniologischen Beziehungen des *Elasmotheriums* zu den *tichorhinen Rhinocerotinen*, namentlich die abgeplatteten, schmelzfaltigen, zum Zerbeissen und Zerreiben so wohl geeigneten Kauflächen ihrer beträchtlichen Backenzähne, weisen unleugbar darauf hin, dass dasselbe, wie die *Rhinocerotinen*, zu den Pflanzenfressern gehörte und sich, da es wegen seiner Grösse einer beträchtlichen Menge von Nahrungsstoffen bedurfte, in vegetationsreichen, auch gleichzeitig Wasser zum Trinken und Baden in hinreichender Quantität bietenden Gegenden, wie seine Familiengenossen, aufhielt. Dass es, wie *Rhinoceros simus*, vorzugsweise niedrige, namentlich grasartige Gewächse, verspeiste, will mir wegen seines mächtigen, das Bücken erschwerenden Kopfes und plumpen Halses nicht scheinen. Die mächtigen Zähne vermochten ja leicht auch Zweige von Sträuchern und niedrigern Bäumen zu zermalmen, welche ihnen die als Greiforgan wirkende, verschmälerte, vielleicht der Rüsselform sich annähernde Oberlippe nebst der Zunge zuführten. Zweige höherer Bäume möchten ihm allerdings wegen seines mächtigen Kopfes und kurzen, dicken Halses nicht zugänglich gewesen sein.

Seine so ausserordentlich entwickelten Stirnbeinzellen lassen auf einen schärfern Geruchssinn schliessen, als ihn die *Rhinocerotinen* besassen, ebenso könnten seine grössern Augen den Gesichtssinn und seine weitern Gehöröffnungen das Gehör verstärkt haben. Die nashornähnliche Hirnkapsel deutet auf ein kleines, dem der Nashörner vergleichbares, also wohl ähnlich wirksames Hirn.

§ 12. Ueber Verbreitung und geologisches Alter des Elasmotheriums nebst einigen Worten über seine fragliche Descendenz.

In der Einleitung wurde zwar bereits die allmälige Entdeckung der bisher bekannt gewordenen Reste des *Elasmotheriums* besprochen, jedoch scheint es dessenungeachtet nicht überflüssig die bisher bekannte geographische Verbreitung der Reste desselben noch genauer ins Auge zu fassen.

Hierbei ist zunächst daran zu erinnern, dass es durchaus nicht feststehe oder festzustellen sei, die von Fischer beschriebene Unterkieferhälfte wäre, wie man anfangs meinte, wirklich in Sibirien gefunden worden. Der Umstand, dass man in neuern Zeiten in der Südhälfte Sibiriens die Reste solcher Thiere, wie die vom *Elephas primigenius*, *Rhinoceros antiqui-*

tatis und *Equus*, ebenso wie vom *Cervus elaphus* und *euryceros* entdeckte[1]), welche im südlichen Wolgabett mit Resten des *Elasmotheriums* vorkamen, ja vielleicht auch der am passendsten auf ein *Elasmotherium* zu beziehende, mythische, schwarze Stier der sibirisch-tatarischen Volksmährchen, würden allerdings auf sein Vorkommen in Südsibirien hindeuten. Ein solches Verhältniss gestattet indessen noch nicht die sichere Annahme, das *Elasmotherium* habe mit den *Mammuthen*, *tichorhinen Nashörnern* und dem *Bos bison priscus* auch den hohen Norden Sibiriens, nach Maassgabe dort gefundener Reste der genannten Thiere, bewohnt, da man von dort bisher weder *Elasmotherium*-Reste noch auch die nur im Süden Sibiriens vorgekommenen des *Cervus elaphus* und *enryceros* kennt. Die so nahe Verwandtschaft der *tichorhinen Nashörner* mit *Elasmotherium* dürfte indessen die Vermuthung nicht ganz zurückweisen lassen, dasselbe möchte auch im hohen Norden Asiens ursprünglich mit denselben, ferner mit den *Mammuthen*, *Bisonten*, *Moschusochsen*, *Rennthieren* u. s. w. ein Glied der alten diluvialen Fauna gewesen sein.

Als bis jetzt östlichstes, wirklich durch Reste nachgewiesenes, Vorkommen des *Elasmotheriums* darf gegenwärtig mit Bestimmtheit die in der Nähe des caspischen Meeres gelegene Kirgisensteppe gelten, da von dorther der vom Hrn. Grafen Al. v. Keyserling mitgebrachte obere Backenzahn stammt.

Die meisten Reste des *Elasmotheriums* lieferte bisher aber die Südhälfte des Wolgabeckens.

Mehrere von mir früher in den *Observationes* beschriebene Backenzähne nebst einem vollständigen Unterkiefer, dessen Beschreibung wir Trautschold verdanken, wurden im Gouvernement Samara, der Letztere namentlich im Flussbette der Atruba bei Chräschtschowka, im Stawropolschen Kreise desselben, und ein Hrn. Prof. Jerofejew gehöriger Unterkieferzahn 8 Werst von Pensa, in der Tiefe von 2 Saschen, gefunden. Bei dem im Gouvernement Astrachan, 15 Werst südlich von Sarepta, gelegenen Dorfe Lutschka entdeckte man ferner den oben charakterisirten, von Hrn. Knobloch dem Museum der Akademie der Wissenschaften geschenkten, ausgezeichneten Schädel. Als in mehr oder weniger westlichen Gebieten des europäischen Russlands vorgekommenen Rest ist ein schöner Unterkieferzahn zu nennen, der aus dem Lande der Donischen Kosaken herrühren soll. Der oben gemachten Mittheilung des Hrn. W. Kowalewski zu Folge würde ein im Museum zu Kiew aufbewahrter Zahn aus Volhynien stammen. Auch in Ungarn, namentlich im Diluvialmergel von Szekszord, im Comitat Tolnok, sollen Zähne vorgekommen sein. Was Deutschland anlangt, so wird als Fundort des im Pariser Museum des Jardin des Plantes befindlichen Hirntheils des Schädels der Diluvialsand des Rheins genannt, was aber nicht sicher nachgewiesen ist. Wenn übrigens die von Bivona Bernardi besprochenen Zähne, welche bei Palermo in einer Höhle des Berges Griffone zum Vorschein gekommen sein sollen, wirklich dem *Elasmothe-*

1) Siehe meine Abhandlung: *Ueber die in den altaischen Höhlen gefundenen Säugethierreste (Bullet. d. l'Acad. Imp. d. Sc. d. St. Pétersb. T. XV [1870])*.

rium angehörten, so würde sich das sicher bekannte Heimathsgebiet derselben von der am kaspischen Meer gelegenen Kirgisensteppe bis Sicilien erstreckt haben. Vergleicht man die so häufigen Funde von Knochen der *tichorhinen Nashörner* mit den weit seltenern vom *Elasmotherium*, so möchte man meinen, dasselbe sei weniger zahlreich gewesen als die *tichorhinen Nashörner*, wenigstens zur Zeit ihres Zusammenlebens mit denselben.

Schon in meinen *Observationes p. 28* ist bemerkt: der Umstand, dass die mir bekannten Reste des *Elasmotheriums* hinsichtlich ihrer Conservation denen der *Mammuthe* und denen der ihm so nahestehenden *tichorhinen Nashörnern* ähneln, dass ich ferner im Wurzeltheil eines seiner Backenzähne eine graue, diluviale Erde fand, hätten mich veranlasst, dasselbe den diluvialen Thieren zuzuzählen, worauf übrigens auch schon die Mittheilung hinwies, dass die erwähnten, in Ungarn gefundenen Zähne in einem Diluvialmergel lagen. Später berichtete Trautschold (wie er mir schreibt) an Prof. Römer der von ihm beschriebene Unterkiefer wäre mit Knochen des *Bos priscus*, *Elephas primigenius*, *Rhinoceros tichorhinus* und *Cervus megaceros* gefunden worden. Prof. Römer fand sich in Folge davon bei Gelegenheit der Vorzeigung eines von Trautschold erhaltenen Abgusses des fraglichen Unterkiefers in der Versammlung der Schlesischen Gesellschaft (siehe Jahresbericht derselben vom 13. Mai 1874) zur Mittheilung veranlasst, das *Elasmotherium* sei ein Glied der diluvialen Fauna gewesen, was auch Trautschold meinte, der, wie ich schon früher, ein gewisses Gewicht auf die Aehnlichkeit der Erhaltung der Reste des *Elasmotheriums* mit denen des *Mammuth* und der der *tichorhinen Nashörner* etc. legte. Am Orte, wo neuerdings der ganze Schädel, dem theilweis noch eine aus Thon und Sand bestehende graue Erde nebst einzelnen, kleinen Exemplaren der *Dreissena polymorpha* anhing, entdeckt wurde, erbeutete man übrigens auch den Zahn eines Mammuths und einen unvollständigen Schädel von *Bos bison var. priscus*, wodurch das Zusammenleben der eben genannten Thiere mit *Elasmotherium* als Glieder der diluvialen Fauna, wenigstens im Betreff der Wolgagegenden, einen neuen, sichern Stützpunkt erhält; dass der aus dem Wolgaufer losgespülte Schädel nur kurze Zeit im Wasser gelegen habe, dürften die ihm anhängenden kleinen, jüngern Exemplare von Dreissenen andeuten.

Als ein Glied der diluvialen Fauna war dasselbe wohl auch ein Zeitgenosse des Menschen, wenn man auch bisher weder Knochen desselben noch Spuren seiner Thätigkeit mit Resten des *Elasmotheriums* entdeckte. Der allerdings mythische, riesige, einhörnige, schwarze Stier, dessen Horn angeblich so gross war, dass der Transport desselben einen Schlitten erfordert haben soll, wovon Radloff, (*Proben der Volksliteratur der südsibirischen Tataren, St. Petersburg, 1866. 8, Th. I, p. 73 und p. 267 v. 66*), berichtet, dürfte sich nämlich in Folge der Entdeckung des Elasmotherium-Schädels mit Alexander Brandt (*Die Natur 1878 no. 30, p. 404*) weit passender auf ein *Elasmotherium* als auf ein *Nashorn* beziehen lassen, wie ich früher (*Monographie der Tichorhinen p. 64*) vermuthete, ehe ich den Schädel des *Elasmotheriums* kannte. Die ausgestorbenen *sibirischen Nashörner* hatten nämlich zwei sehr grosse Hörner, das *Elasmotherium* besass aber, wie gezeigt, nur ein riesiges Stirnhorn und, im Verhältniss zu diesem, muthmaasslich ein nur sehr winziges (vielleicht warzenähnliches?),

daher nicht auffallendes, Nasenhorn, welches von rohen Völkern leicht unbeachtet bleiben konnte. Aus Südsibirien, dem Schauplatz der fraglichen Thiersage, ja aus Sibirien überhaupt, kennt man, wie schon bemerkt, wenigstens mit Sicherheit noch keine Elasmotherien-Reste; da aber gleichfalls, wie angedeutet wurde, die altaischen Knochenhöhlen die ihrer Begleiter im europäischen Russland (des Mammuth, *Rhinoceros tichorhinus* u. s. w.) lieferten, so könnten wohl auch deren noch in Sibirien gefunden werden.

Was schliesslich die etwaige Anforderung an die Berücksichtigung der Descendenzfrage betrifft, so vermag ich das *Elasmotherium* weder für eine solche eigenthümliche Thierform zu halten, woraus sich andere *Rhinocerotiden*, z. B. die ihm am nächsten stehenden *tichorhinen Nashörner*, entwickelten, noch auch umgekehrt die Letztern für die Stammväter des *Elasmotheriums* zu erklären. Noch weit weniger bin ich aber geneigt an eine equine Abkunft desselben zu denken, oder wohl gar die *Equiden* für Abkömmlinge des *Elasmotheriums* zu erklären. Für jetzt scheint es mir am passendsten das *Elasmotherium* nebst den *tichorhinen Nashörnern* für selbstständige Formen zu halten, deren Ursprung, ebenso wie der ihrer etwaigen unbekannten Abkömmlinge, sich nicht nachweisen lässt.

Erklärung der Tafeln.

Tafel I. Der Schädel des *Elasmotheriums* im Profil, $^1/_4$ natürlicher Grösse. — Figur 1. Der Oberschädel. — Figur 2. Der Unterkiefer mit abgebrochenem Gelenktheil und Kronenfortsatz eines andern, kleinern Individuums. — Figur 3. Darstellung des demselben fehlenden Gelenkfortsatzes (a) und Kronenfortsatzes (b) nach einem Gypsabgusse des von Trautschold beschriebenen, in meiner *Synopsis Rhinocerotidum* abgebildeten Unterkiefers.

Tafel II. Der Schädel von oben gesehen ohne Unterkiefer.

Tafel III. Untere Ansicht des Schädels.

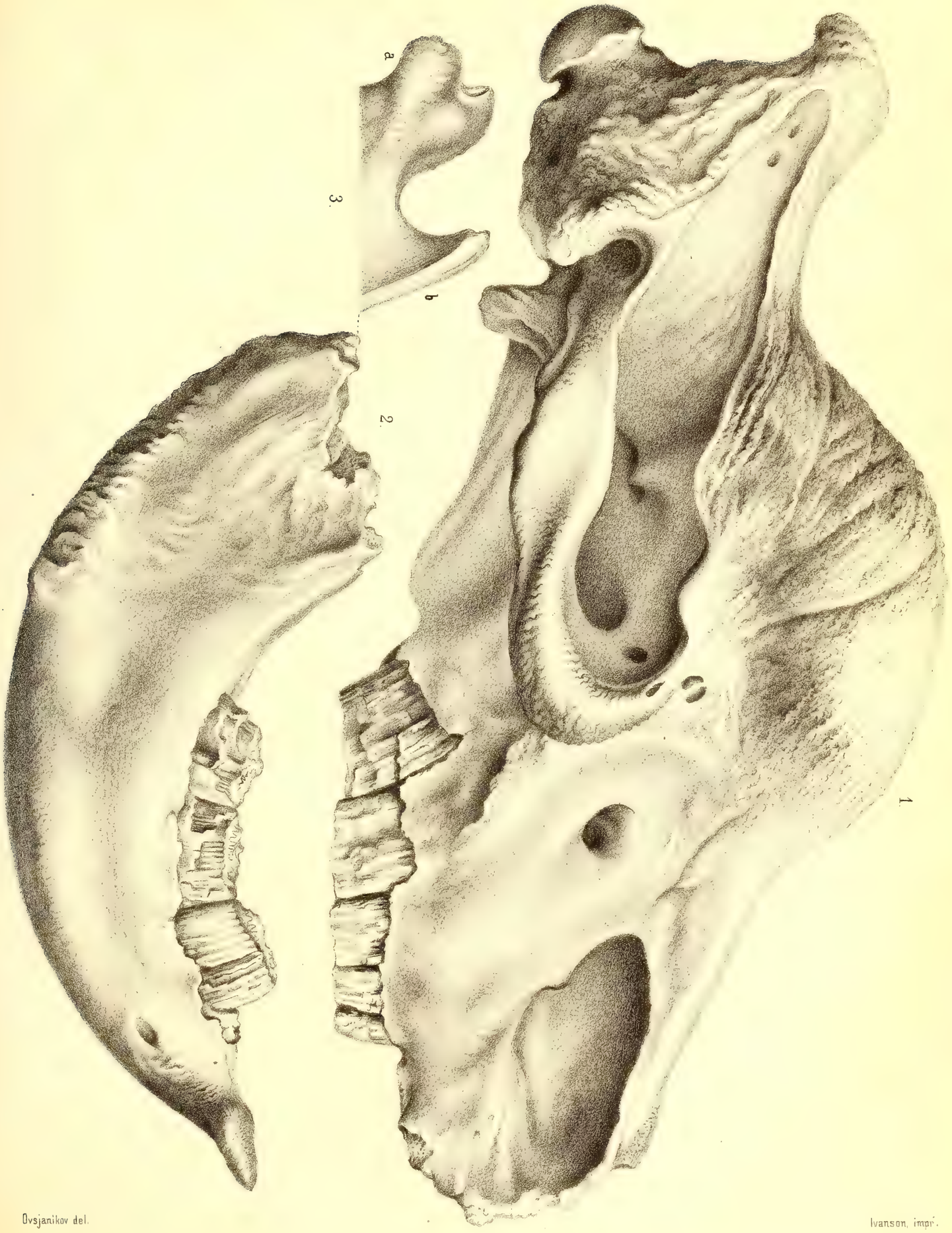
Tafel IV. Fig. 1 derselbe von vorn und Fig. 2 von hinten betrachtet.

Tafel V. Der zwar mit dem Oberschädel gefundene, aber nicht zu ihm gehörige, im Vergleich mit ihm zu kleine, der Gelenk- und Kronenfortsätze ermangelnde, Unterkiefer eines *Elasmotheriums*, $^1/_4$ natürlicher Grösse. — Figur 1. Derselbe von seiner obern und Figur 2 von seiner untern Fläche dargestellt. — Figur 3. Die Kaufläche des zweiten rechten Backenzahnes desselben. — Figur 4. Die Kaufläche des linken dritten Backenzahnes desselben, woran nur das grössere Thal b intact ist. — Figur 5. Die Kaufläche des vorletzten linken Backenzahnes, wovon man seine beiden vollständigen, mit Schmelzschlingen umsäumten, innen offenen, echten Thäler, das vordere kleinere a und das hintere, grössere b nebst den äussern geschlossenen Nebenthälern wahrnimmt. — Die Figuren 3, 4, 5 sind in natürlicher Grösse dargestellt.

Tafel VI. Figur 1. Der zweite obere linke, von der äussern Seite dargestellte Backenzahn. Man sieht an seinem untern, vom Cäment und der Knochensubstanz entblössten Ende die Seitenflächen der zur Kaufläche seiner Krone verlaufenden Schmelzlamellen f, f, f, f. — Figur 1A. Ansicht seiner Kau-

fläche, woran man die beiden, von gekräuselten Schmelzfalten umsäumten, nach innen geöffneten Thäler, das vordere kleinere a, sowie das hintere grosse b b′, in der Mitte bei b′ erweiterte, nebst den Nebenthälern d d d wahrnimmt. — Figur 1 B. Die untere Fläche des Zahnes, die untern Enden ihrer gebogenen, von Knochensubstanz theilweis umgebenen, bis zur Krone im Innern des Zahnes verlaufenden Schmelzfalten zeigend. Bemerkenswerth erscheint daran die dem kleinen Thal der Krone gegenüber liegende, von Knochenmasse ausgefüllte Einbucht a sowie die unter dem grossen Thale derselben befindliche b. — Figur 2. Die Kaufläche des linken vierten obern Backenzahnes, woran a das vordere, kleine und b das hintere, grosse Thal nebst den Nebenthälern d d d d wahrgenommen werden. — Figur 3. Ein rechter, vorletzter, grosser Unterkieferzahn von aussen gesehen, woran man an einzelnen, von Cäment und Knochensubstanz entblössten Stellen f, f, f, f, f, die äussern länglichen, schmalen Schmelzplatten, auf der Krone aber die von Schmelzschlingen umgebenen, innen offenen, beiden Thäler, das vordere, kleine a und hintere, grosse b sieht, hinter welchen letztern übrigens ausnahmsweise zwei kleine Schmelzringe sich finden. — Figur 3 A. Zwei besonders dargestellte Schmelzplatten, etwas vergrössert. — Figur 4. Die Kaufläche des Backenzahnes von *Equus*.. — Figur 5. Das Wurzelende desselben, woran man innen den Anfang der von ihm zur Krone aufsteigenden Schmelzfalten sieht. — Figur 6. Kaufläche des Backenzahns eines *Hippotherium's* von Pikermi.—Figur 7. Kaufläche des Backenzahns eines *Hipparion's* von Eppelsheim.

Sämmtliche Figuren, mit Ausnahme von Figur 3 A, sind in natürlicher Grösse dargestellt.

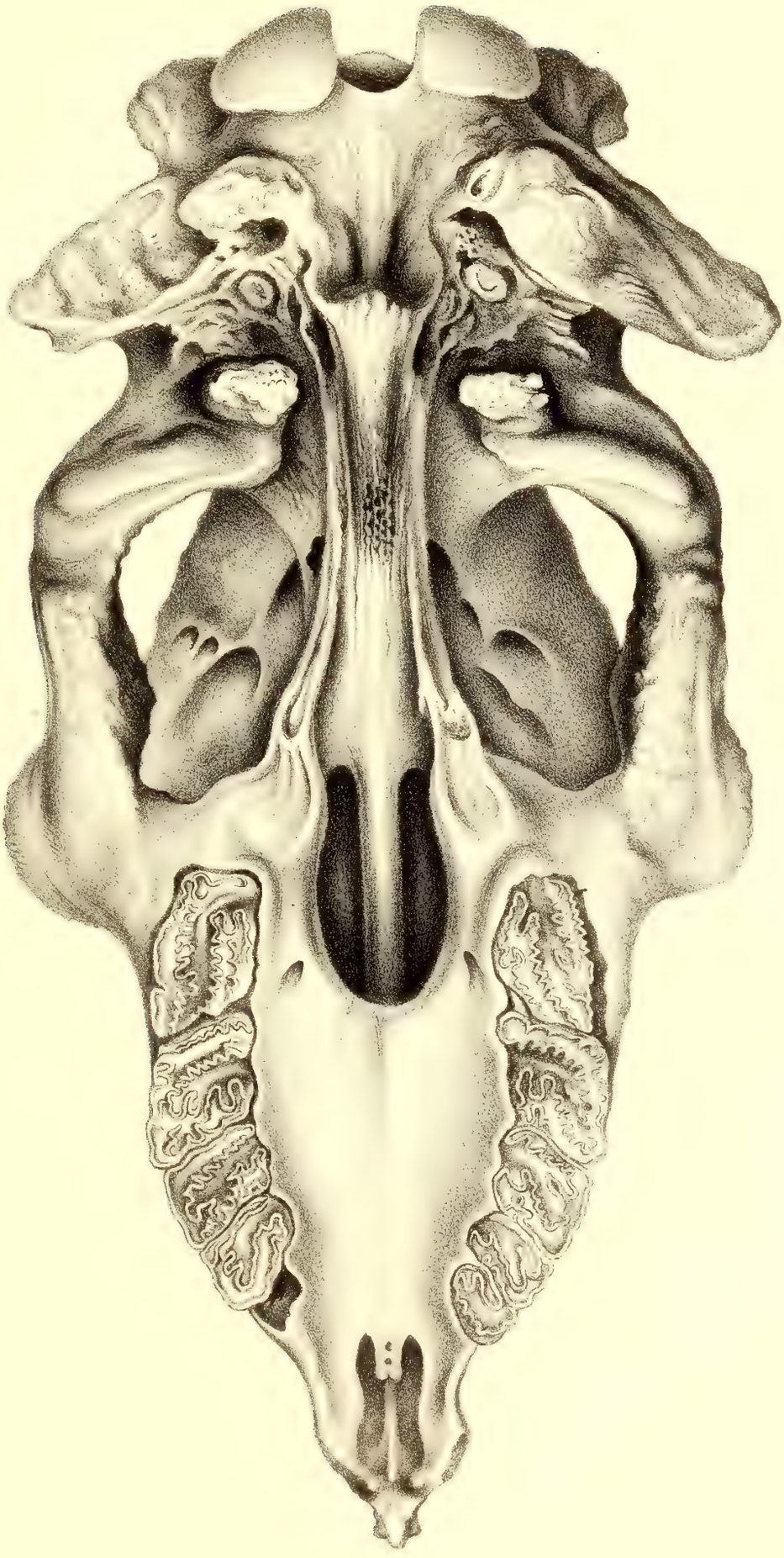


Ovsjanikov del.

Ivanson, impr.

Ovsjanikov del.

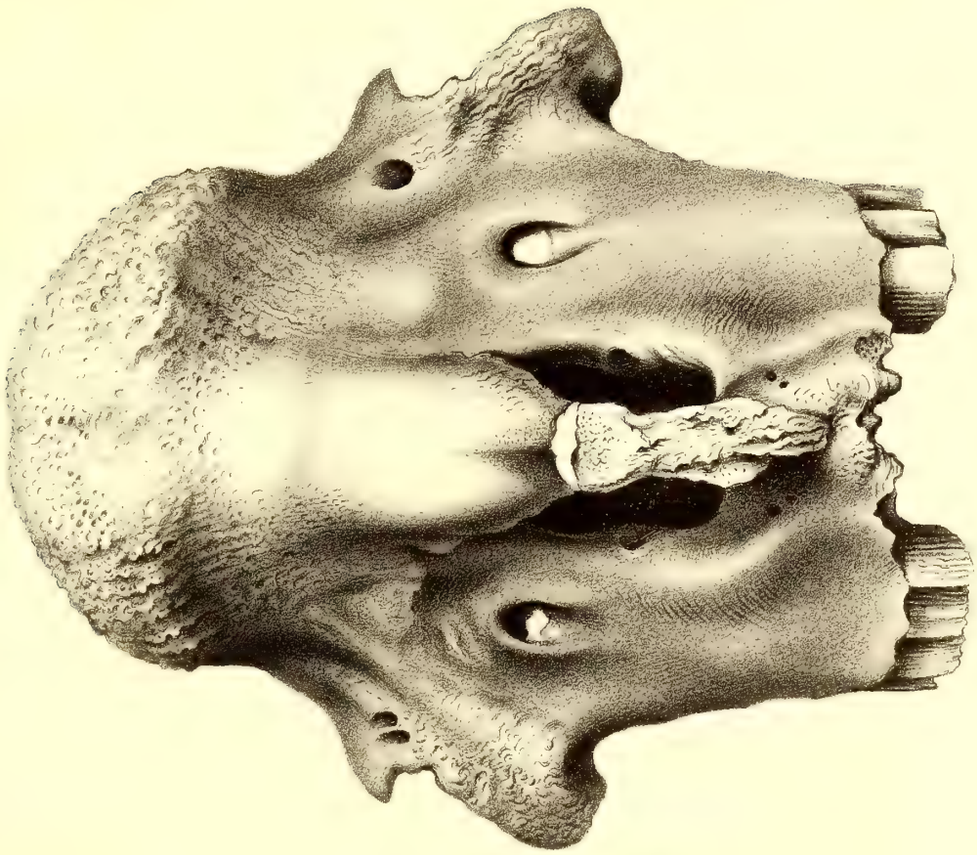
Ivanson impr.



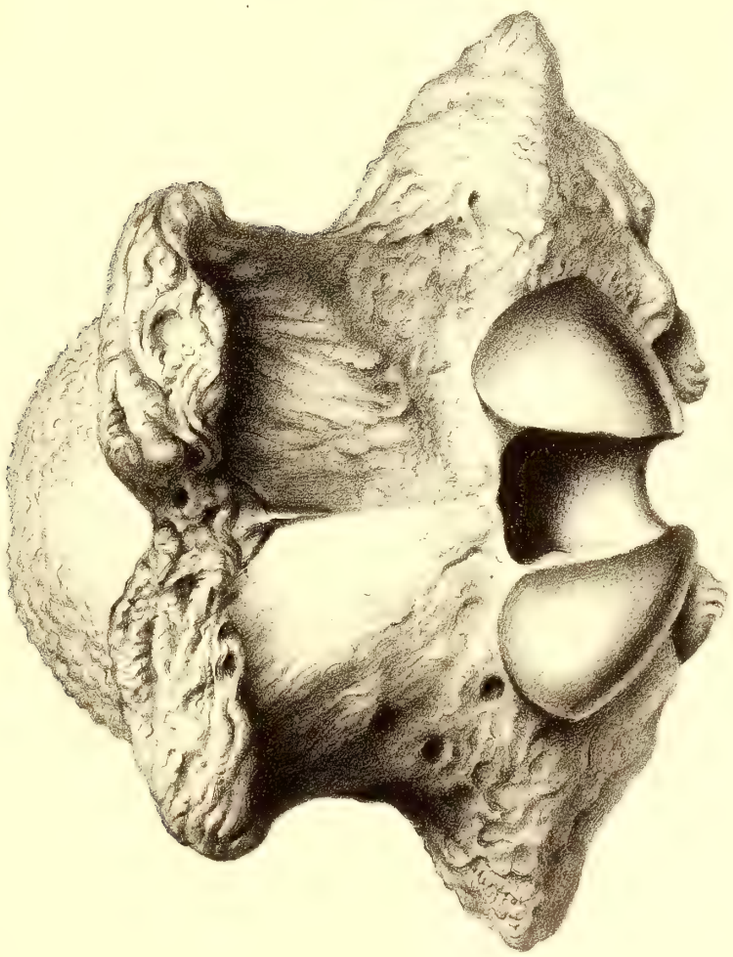
Ovsjanikov del.

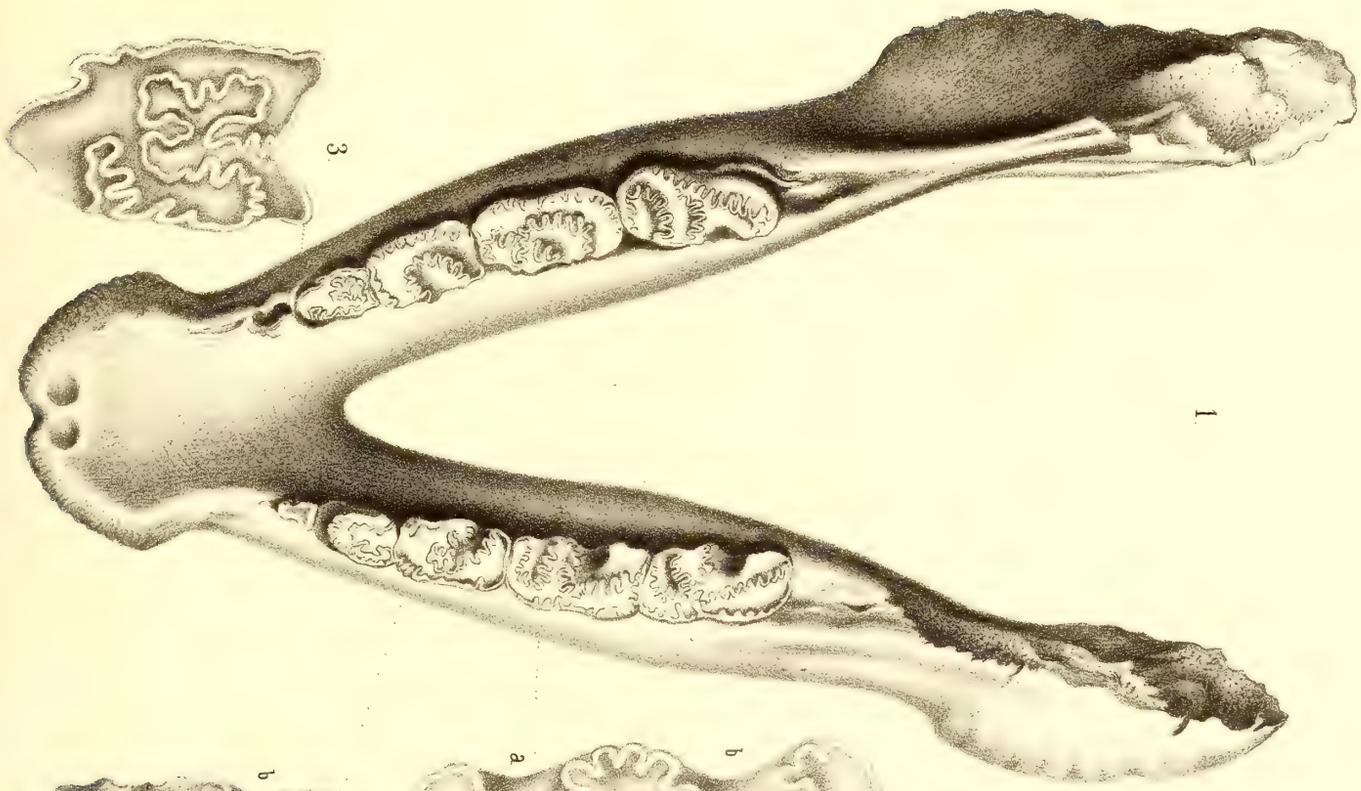
Ivanson, impr.

1.



2.





3

1

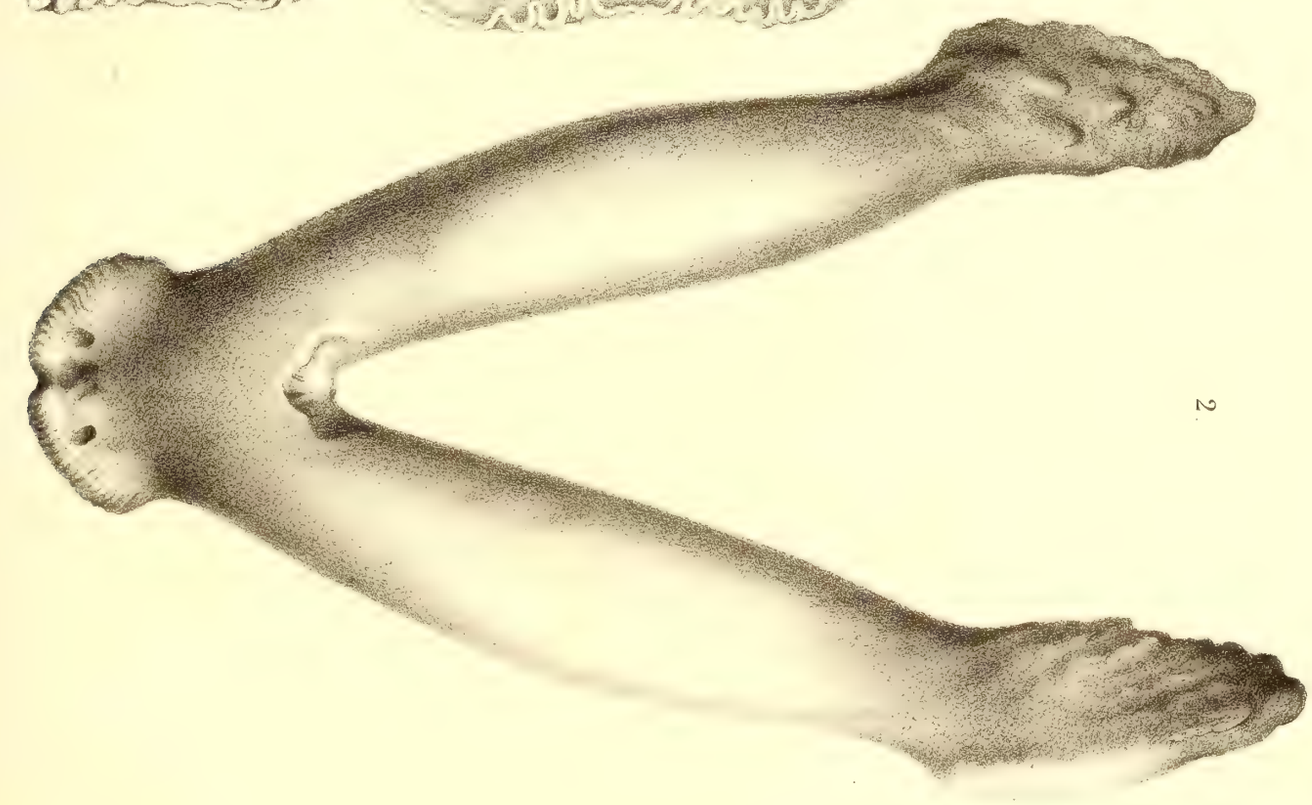
b

4

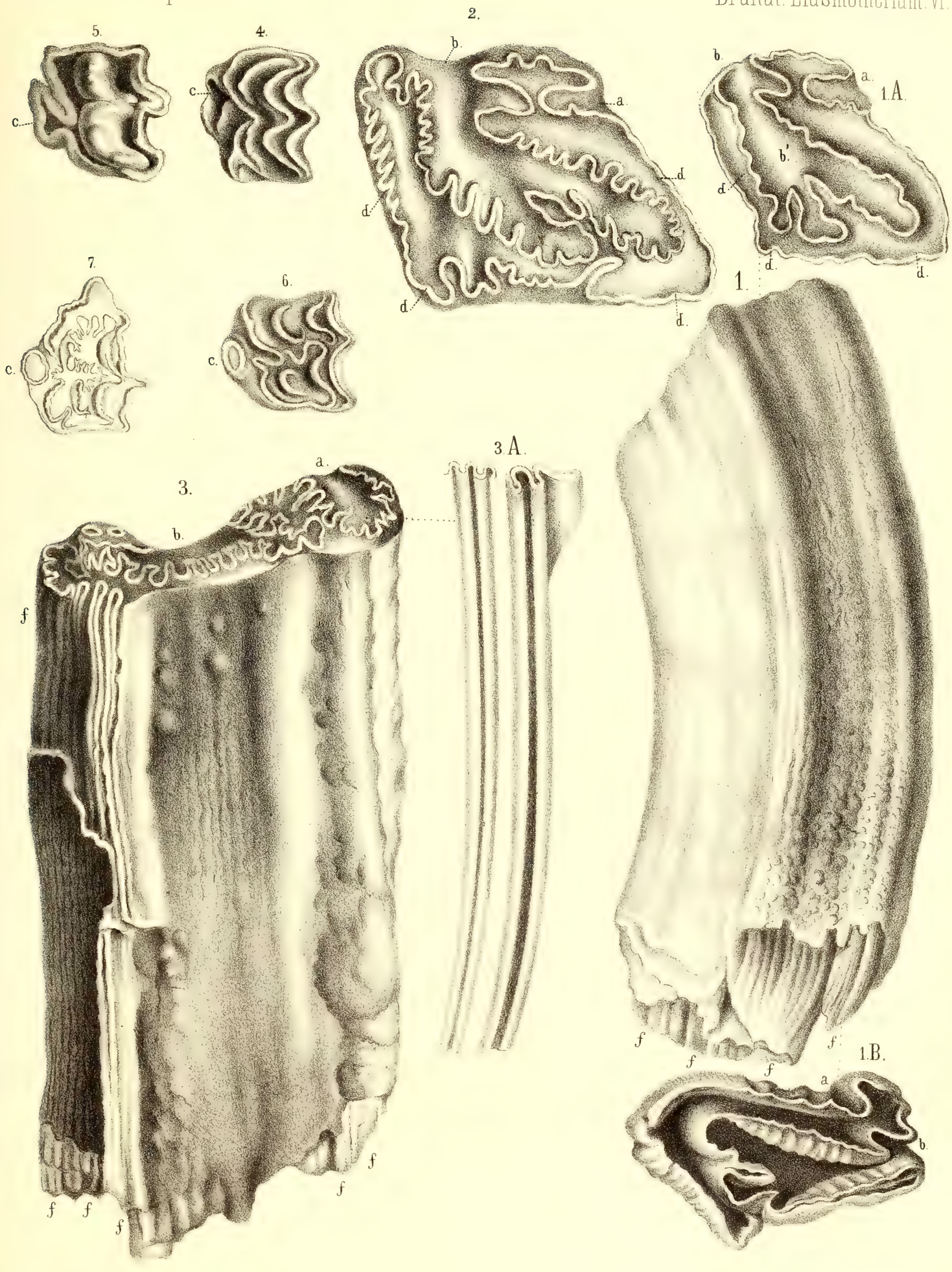
a

b

5



2



Ovsjanikov del.

Jeansön, impr.

BEKANNTMACHUNG

der Kaiserlichen Akademie der Wissenschaften.

Als im Jahre 1847, bald nach Rückkehr des Herrn Dr. A. Th. von Middendorff von seiner sibirischen Reise, seitens der Akademie der Wissenschaften die Herausgabe seiner Reisebeschreibung in deutscher Sprache begann, wurde, einfacherer Berechnung wegen, für jeden Band derselben, ohne Rücksicht auf seinen Umfang und die Zahl der in ihm enthaltenen Tafeln, einförmig der Preis von 5 Rub. 40 Kop. (6 Thlr.) bestimmt. Gegenwärtig kann das Werk, ungeachtet einer Lücke im zweiten Bande, als vollendet betrachtet werden, und zwar enthält dasselbe 16 Lieferungen, die zu 4 Bänden zusammengestellt sind. Da jedoch der Inhalt des Werkes ein sehr mannigfaltiger und fast jede der Lieferungen einer besonderen Specialität gewidmet ist, so hat die Akademie, um die verschiedenen Theile des Werkes den betreffenden Fachgelehrten zugänglicher zu machen, die Bestimmung getroffen, dass von nun an wie die Bände so auch die Lieferungen einzeln im Buchhandel zu haben sein sollen, und zwar zu den folgenden, nach Umfang und Zahl der Tafeln normirten Preisen.

Dr. A. Th. v. Middendorff's Reise in den äussersten Norden und Osten Sibiriens während der Jahre 1843 und 1844 mit Allerhöchster Genehmigung auf Veranstaltung der Kaiserlichen Akademie der Wissenschaften zu St. Petersburg ausgeführt und in Verbindung mit vielen Gelehrten herausgegeben. 4 B^{de} in 4^{0} (1847 — 1875).

	Silber.		Reichsm.	
	Rbl.	K.	Mrk.	Pf.
Bd. I. Th. I. Einleitung. Meteorologische, geothermische, magnetische und geognostische Beobachtungen. Fossile Hölzer, Mollusken und Fische. Bearbeitet von K. E. von Baer, H. R. Göppert, Gr. von Helmersen, Al. Graf. Keyserling, E. Lentz, A. Th. v. Middendorff, W. v. Middendorff, Johannes Müller, Ch. Peters. Mit 15 lith. Tafeln. 1848. LVI u. 274 S.	3	45	11	50
Bd. I. Th. II. Botanik. **Lf. 1.** Phaenogame Pflanzen aus dem Hochnorden. Bearbeitet von E. R. v. Trautvetter. 1847. Mit 8 lithogr. Tafeln. IX u. 190 S.	2	25	7	50
Lf. 2. Tange des Ochotskischen Meeres. Bearb. von F. J. Ruprecht. 1851. Mit 10 chromolithogr. Tafeln. (Tab. 9 — 18.) S. 193 - 435	3	95	13	20
Lf. 3. Florula Ochotensis phaenogama. Bearbeitet von E. R. v. Trautvetter und C. A. Meyer. Musci Taimyrenses, Boganidenses et Ochotenses nec non Fungi Boganidenses et Ochotenses in expeditione Sibirica annis 1843 et 1844 collecti, a fratribus E. G. et G. G. Borszczow disquisiti. Mit 14 lithogr. Tafeln. (19—31.) 1856. 148 S.	2	45	8	20
Bd. II. Zoologie **Th. I.** Wirbellose Thiere: Annulaten. Echinodermen. Insecten. Krebse. Mollusken. Parasiten. Bearbeitet von E. Brandt, W. F. Erichson, Seb. Fischer, E. Grube. E. Ménétriès, A. Th. v. Middendorff. Mit 32 lith. Tafeln. 1851. 516 S. (Beinahe vergriffen.)	7	35	24	50
Th. II. Lf. 1. Wirbelthiere. Säugethiere, Vögel und Amphibien. Bearb. von Middendorff Mit 26 lithogr. Tafeln. 1853. 256 S. (Vergriffen.)	6	35	21	20
Bd. III. Ueber die Sprache der Jakuten. Von Otto Böntlingk. **Th. I. Lf. 1.** Jakutischer Text mit deutscher Uebersetzung. 1851. 96 S.	—	80	2	70
Lf. 2. Einleitung. Jakutische Grammatik. 1851. S. LIV u. 97—397	2	30	7	70
Th. II. Jakutisch-deutsches Wörterbuch. 1851. 184 S.	1	40	4	70
Bd. IV. Sibirien in geographischer, naturhistorischer und ethnographischer Beziehung. Bearbeitet von A. v. Middendorff. **Th. I.** Uebersicht der Natur Nord- und Ost-Sibiriens. **Lf. 1.** Einleitung. Geographie und Hydrographie. Nebst Tafel II bis XVIII des Karten-Atlasses. 1859. 200 S. und 17 Tafeln des Atlasses	3	15	10	50
Lf. 2. Orographie und Geognosie. 1860. S. 201—332. (Vergriffen.)	1	10	3	70
Lf. 3. Klima. 1861. S. 333—523 u. XXV	1	70	5	70
Lf. 4. Die Gewächse Sibiriens. 1864. S. 525—783 u. LVI	2	45	8	20
Th. II. Uebersicht der Natur Nord- und Ost-Sibiriens. **Lf. 1.** Thierwelt Sibiriens. 1867. S. 785—1094 u. XIII	2	50	8	30
Lf. 2. Thierwelt Sibiriens (Schluss). 1874. S. 1095—1394	2	30	7	70
Lf. 3. Die Eingeborenen Sibiriens (Schluss des ganzen Werkes). 1875. S. 1395—1615. Mit 16 lith. Tafeln	3	25	10	80

MÉMOIRES
DE
L'ACADÉMIE IMPÉRIALE DES SCIENCES DE ST.-PÉTERSBOURG, VII^E SÉRIE.
TOME XXVI, N° 7.

ÉTUDES
SUR
LES ÉPONGES DE LA MER BLANCHE.

PAR

C. Merejkowsky.

Avec 3 planches.

(*Lu le 31 Janvier 1878.*)

ST.-PÉTERSBOURG, 1878.

Commissionnaires de l'Académie Impériale des sciences:

à St.-Pétersbourg:
M. Eggers et C^ie, J. Issakof et J. Glasounof;

à Riga:
M. N. Kymmel;

à Leipzig:
M. Léopold Voss.

Prix: 80 Kop. = 2 Mrk. 70 Pf.

MÉMOIRES
DE
L'ACADÉMIE IMPÉRIALE DES SCIENCES DE ST.-PÉTERSBOURG, VII^E SÉRIE.
TOME XXVI, N° 7.

ÉTUDES

SUR

LES ÉPONGES DE LA MER BLANCHE.

PAR

C. Merejkowsky.

Avec 3 planches.

(*Lu le 31 Janvier 1878.*)

ST.-PÉTERSBOURG, 1878.

Commissionnaires de l'Académie Impériale des sciences:

à St.-Pétersbourg:	à Riga:	à Leipzig:
M. Eggers et C^ie, J. Issakof et J. Glasounof.	M. N. Kymmel.	M. Léopold Voss.

Prix: 80 Kop. = 2 Mrk. 70 Pf.

Imprimé par ordre de l'Académie Impériale des sciences.
Décembre 1878. C. Vesséłofski, Secrétaire perpétuel.

Imprimerie de l'Académie Impériale des sciences.
(Vass.-Ostr., 9 ligne, № 12.)

La classe des éponges, grâce à une variabilité et à une inconstance extrêmes des formes et en général de tous les indices sur lesquels un classificateur puisse se baser pour établir les genres et les espèces, offre au zoologue beaucoup d'attrait, tant sous le rapport de l'organisation que sous celui de la classification pure et de la faune. Aussi lorsqu'il m'arriva de passer l'été de 1877 au bord de la mer Blanche, je profitai de l'occasion qui s'offrait pour satisfaire un de mes désirs en m'occupant d'étudier la faune si riche en éponge de cette mer du Nord.

Grâce à l'extrême obligeance de l'Archimandrite Théodose, supérieur du couvent de Solovetzk, et à l'hospitalité des moines, j'ai pu m'installer commodément et même avec comfort dans les îles de Solovetzk, près du monatère, au bord de la mer, où j'ai passé tout l'été depuis le commencement de Juin jusqu'à la fin de Juillet.

Dès mon premier voyage, en 1876, lorsqu'il m'arriva de visiter presque toutes les parties de la mer Blanche, la richesse, la variété et le caractère général de sa faune ressortirent suffisamment des collections que j'en rapportai. Mais au milieu de mes fréquents déplacements, il ne m'était pas aisé de m'occuper d'observations anatomiques et physiologiques et sur les exemplaires conservés dans l'alcool il est presque impossible d'obtenir les mêmes résultats que sur les éponges vivantes; c'est pourquoi j'ai tâché l'année dernière de compléter mes observations autérieures sur la faune des éponges, par quelques données anatomiques et physiologiques qui entreront dans la première partie du présent ouvrage sur les éponges de la mer Blanche.

Mon avis est que dans une description systématique des éponges, dans des études purement faunistiques, il faut que cette description soit parfaitement complète et autant que possible très détaillée ou qu'il n'en faut pas donner du tout. Beaucoup d'espèces décrites par Oscar Schmidt en deux ou trois lignes et souvent sans figures explicatives,

comme cela a lieu surtout dans les Renierina[1]), deviennent entièrement inutiles, car il n'est guère possible, grâce à cette trop grande concision, de les déterminer avec précision et avec complète certitude. Mais une description aussi complète et aussi précise que celle dont j'ai parlé plus haut demande et beaucoup de matériaux et beaucoup de temps; j'ai des matériaux en abondance, mais le temps me fait tellement défaut que je suis loin d'avoir fini d'y apporter l'ordre nécessaire, c'est pourquoi la partie spéciale, la description des espèces que j'ai trouvées dans la mer Blanche et leur examen comparé avec les espèces des autres mers, en un mot la partie faunistique n'entrera pas dans cette partie de mon ouvrage. En outre, la faune des éponges du Nord de l'Europe est encore si peu connue qu'une étude sur la faune de la mer Blanche ne se rapportera pas seulement à cette mer, mais à tout le nord, c'est pourquoi il est à désirer que cette étude soit complète et autant que possible exacte. C'est la raison qui me fait remettre mes travaux sur la faune à la deuxième partie de mon ouvrage qui, si les circonstances me sont favorables, paraîtra bientôt[2]). Dans cette première partie je décrirai les faits physiologiques, anatomiques et morphologiques que j'ai pu obtenir au moyen de mes recherches.

J'ai l'intention de décrire en détail dans le premier chapitre une nouvelle éponge très intéressante, appartenant au genre peu connu de *Rinalda* O. Schmidt; elle se distingue par une organisation très compliquée de la croûte, composée d'au moins trois couches différentes, dont l'une, appelée par Oscar Schmidt couche musculaire n'est en réalité aucunement musculaire, mais est formée d'un entrelacement de fibres de nature cornée n'ayant rien de commun avec les muscles. Mais l'intérêt tout particulier que nous présente cette éponge, réside dans son mode de reproduction par bourgeonnement et par l'adaptation à cet effet des organes, destinés spécialement à la formation d'une grande quantité de bourgeons. J'ai fait aussi sur cette éponge différentes expériences dont le résultat a été de me prouver en elle l'éxistence d'actions reflexes remarquables par leur extrême lenteur.

Dans le deuxième chapitre je décris en détail l'organisation d'une éponge calcaire fort curieuse, qui forme un nouveau genre dont j'ai déjà été amené à toucher quelques mots par la polémique qui s'est élevée entre J. Carter et E. Haeckel à propos des Physemaria de ce dernier. Le fait est que la *Wagnerella borealis*, comme je l'ai nommée, ressemble extraordinairement à quelques unes des Physemaria de Haeckel particulièrement à sa *Haliphysema echinoides* qui depuis lors est reconnue par tout le monde pour me véritable éponge, pour la *Steletta agariciformis* O. S.

Je décrirai encore dans ce même chapitre l'organisation d'une nouvelle éponge appartenant au genre *Esperia* remarquable en ce qu'il s'échappe de la surface extérieure de son

---

1) Ainsi par exemple toute une série d'espèces de Reniera et d'Amorphina sont décrites si succintement qu'elles ne diffèrent en rien les unes des autres.

2) Les résultats obtenus se rapportant à l'anatomie ainsi qu'à la faune ont déjà été brièvement exposés dans les Troudy (Travaux) de la Societé des naturalistes de St.-Pétersbourg vol. IX p. 249 («Rapport préliminaire sur les éponges de la mer Blanche»).

corps de minces râmeaux ou racines qui rampent sur la feuille de l'algue à laquelle l'éponge est attachée, et en se ramifiant et s'anastomosant forment tout un réseau. Par suite de l'absence complète de cavités, canal ou pores, dans ces racines qui sont formées seulement de syncytium à spicules et d'une couche épithéliale, il faut bien admettre que la nutrition des éponges peut s'opérer par l'absorption des matières organiques dissoutes dans l'eau de mer.

Dans le troisième chapitre de ces études je touche quelques points de l'organisation d'une nouvelle espèce d'Halisarca que j'ai nommée *Halisarca F. Schultzii* en l'honneur de Franz Eilhard Schultze. Cette éponge est surtout remarquable sous le rapport des organes tout à fait nouveaux que j'ai trouvés en elles et qui jusqu'ici n'avaient pas été connus — je parle du *système glandulaire*, résidant dans la couche extérieure et particulièrement dans l'osculum. Ce système consiste en glandes unicellulaires peu volumineuses qui, selon toute probabilité, secrètent cette mucosité qui recouvre toute la surface de l'éponge. A la base de l'osculum de cette même éponge, j'ai constaté un anneau musculaire, quelque chose dans le genre d'un sphyncter.

Pour conclusion j'établirai un parallèle entre les faits morphologiques présentés par les éponges et les hydoïdes, et j'indiquerai l'analogie et la différence existant sous ce rapport entre ces deux groupes voisins dans l'échelle animale.

Prenant en considération que ce travail d'étudiant est un premier essai d'études personnelles, je crois être assuré de l'indulgence du lecteur pour les imperfections, les inexactitudes et peut-être même les erreurs qui s'y sont glissées grâce à mon peu d'expérience.

C. Merejkowsky.

St.-Pétersbourg, 30 Janvier 1878.

I.

Anatomie et mode de reproduction de Rinalda arctica nov. spec.

Planche I, fig. 7—12. Planche II, fig. 6—8. Planche III, fig. div.

L'éponge dont j'ai l'intention de parler en premier lieu appartient au genre *Rinalda*, établi par M. O. Schmidt dans ses «Grundzüge einer Spongienfauna des Atlantischen Gebietes» [1]); c'est sur elle que j'ai eu l'occasion d'étudier un mode de reproduction par bourgeonnement fort curieux; je passerai donc tout d'abord à la description de l'anatomie de l'éponge en question.

M. O. Schmidt caractérise de la manière suivante sa *Rinalda uberrima* O. S., l'unique espèce appartenant à ce genre: «Unregelmässige Knolle, mit gelblichweisser Oberfläche, von welcher sich Zahlreiche, einige Millimeter hohe Papillen mit winzigem Osculum auf dem Gipfel erheben. Die 2 Mm. dicke, speckig aussehende Rinde ist in ihren Weichtheilen von der von *Tethya* nicht zu unterscheiden. Die Aussenlage ist mit kleineren Stecknadeln von 0,162 Mm. Länge erfüllt. Dieselben sind mit den Spitzen nach auswärts gerichtet, ohne dass man sie fühlt. Im Inneren streichen die grösseren Stecknadeln in Spiralzügen vom Centrum aus. Die Papillen sind blosse Erhebungen der Rindenschicht. Es tritt in jede ein Ausströmungscanal ein, der sich bis zu dem kleinen Osculum von kaum $^1/_2$ Mm. verengt» [2]).

Quoique cette description ne soit que trop peu développée surtout par rapport aux spicules, elle l'est cependant assez pour caractériser au moins le genre. Quant à la nature spécifique je crois avoir raison en séparant la Rinalda de la Mer Blanche de celle qui est décrite par M. O. Schmidt et qui provient de l'Ilande; c'est pourquoi je lui donne le nom de *Rinalda arctica.*

Cette éponge (Pl. I fig. 7, 8), dont la forme est ordinairement sphérique, legèrement aplatie, atteint dans la plupart des cas 4 Ctm. de diamètre, dans les individus jeunes il arrive qu'elle n'ait que 1 et 2 Ctm.; elle recouvre de petites pierres et des débris de coquilles en les enveloppant de tous côtés pour n'en laisser quelquefois qu'une petite partie à nu de sorte que seul un examen attentif nous permet de ne pas la considérer comme une éponge à existence libre, non fixée à des objets étrangers. Cependant le cabinet Zoologique de l'Université de St. Pétersbourg possède deux énormes exemplaires de près de 12 Ctm.

---

1) O. Schmidt. Grundzüge einer Spongienfauna des Atlantischen Gebietes 1870 p. 51 pl. VI fig. 3.

2) O. Schmidt. Grundzüge einer Spongienfauna des Atlantischen Gebietes 1870 p. 51.

de diamètre provenant du Nord de la Norwège; ils ont la forme de plaques comparativement minces (près de 1 Ctm. de grosseur), recouvrant la surface supérieur de grandes pierres. Je possède aussi parmi mes exemplaires de cette éponge une qui se distingue par la grandeur du corps ainsi que des cônes dont nous parlerons tout à l'heure (Pl. I fig. 9). La couleur de la surface du corps est jaune clair, mais en raison de la couche de sable et de vase assez épaisse, qui souvant la recouvre au point de ne pas permettre d'entrevoir la vraie couleur, celle ci nous parait être d'un brun grisâtre (Pl. I fig. 8). Il se rencontre, quoique rarement, des individus, surtout parmi les plus grands, dépourvus de cette couche et c'est alors qu'on s'aperçoit du jaune pâle dont l'éponge est colorée (Pl. I fig. 7).

Ici, de même que dans la *Rinalda uberrima* O. S. la surface du corps donne naissance à un grand nombre de papilles en forme de cône, mais avec cette différence que dans la *Rinalda arctica* les cônes sont placés avec plus d'ordre et ont une forme plus élégante et plus élancée, plus fine à leur extremité, où du reste on ne peut apercevoir aucun orifice, aucun oscule; en général les cônes sont un peu retrécis à leur base de sorte que la partie la plus grosse se trouve au milieu (Pl. I fig. 8 et 9). La grandeur des cônes atteint ordinairement 5—8 mm. de longueur, ils sont plus petits près du bord de l'éponge et atteignent leur maximum de longueur au milieu. — Chaque individu adulte est muni de 1 à 5 orifices ou oscules (Pl. I fig. 7 osc.), en forme de papilles cylindriques, un peu plus longues que les cônes, au reste n'en différant que par leur forme et par une assez large ouverture circulaire placée à l'extremité du tube (Pl. I fig. 11). Les cônes de même que les cylindres ou osculums sont d'une couleur jaune, variant d'une nuance claire à une nuance presque orange comme c'est le cas par exemple dans l'individu le plus grand que j'ai trouvé (Pl. I figure 9); ni les cônes, ni les tubes cylindriques n'ont jamais leur surface recouverte de cette couche de sable et de vase, qui rend la surface du corps brune.

La coupe transversale de l'éponge (Pl. I fig. 10) nous présente la structure intérieure de même que la pierre qui lui sert de base; c'est de cette pierre (ou fragement de coquille) et non du centre de l'éponge, comme le décrit M. O. Schmidt dans sa *Rinalda uberrima* et comme c'est en réalité dans *Tethya*, que sortent les faisceaux de spicules donnant à la parenchyme un aspect fibreux et se dirigeant vers la surface pour s'y insérer dans la croute ou couche supérieure très bien différenciée. Les faisceaux de spicules qui parcourent ainsi tout le long du corps servent à former le squelette de l'éponge, qni soutient toutes les parties molles et parenchymatiques d'une teinte un peu plus foncée que la surface; on aperçoit facilement les canaux, qui traversent tout le long du corps et qui s'unissent tous dans un même canal central plus large que les autres, s'ouvrant dans le tube qui porte l'ouverture ronde à son extrémité (Pl. I fig. 10 osc.).

Quant à la croûte (Pl. I fig. 10*b*), ayant 1—2 millimètres d'épaisseur, elle se distingue par sa couleur plus claire que le reste du parenchyme et d'autre part elle conserve tous les traits caractéristiques des éponges qui ont conduit M. Oscar Schmidt à établir son groupe peu naturel des *Corticatae*. Elle est très riche en spicules plus petites que celles

constituant le squelette du corps ou les faisceaux, mais de même que ces dernières elles sont en forme d'épingles, ne se distinguant que par leur forme et par leur grandeur moindre et placées perpendiculairement à la surface; outre cette couche de spicules verticales la croute possède encore une autre couche de spicules disposées en sens horizontale à la surface et enfin une troizième, très developpée que M. O. Schmidt a cru pouvoir considerer comme appartenant au tissu musculaire et qui d'après mon oppinion n'est autre chose qu'une forte couche de fibres cornées.

Figure 7 (Pl. II) nous présente une coupe transversale assez fine d'un morceau de l'éponge près de sa surface, démontrant très clairement la position de tous les éléments composant la couche. Mais avant de passer à la description de la structure de la croûte, je décrirai les spicules qui se rencontrent dans cette éponge et qui entrent dans la composition de la croûte aussi bien que du parenchyme.

Les spicules de *Rinalda* sont de deux genres différents; les unes plus longues, les autres plus courtes. Celles du premier genre, que j'appellerai pour plus de concision spicules *A*, sont les plus grandes et en même temps les plus fréquentes. Leur forme (Pl. II fig. 9, 10) est allongée en fuseau avec une de leurs extremités s'amincissant par degré pour venir se terminer en pointe, tandis que l'autre extrémité s'arrondit en poire. La partie la plus large de la spicule est ordinairement au milieu ou, plus souvent, un peu plus rapprochée de l'extrémité arrondie vers laquelle la largeur va en diminuant peu à peu, jusqu'à devenir un col étroit. Les fig. 9 et 10 de la pl. III montrent deux spicules du genre *A* présentant dans leur comformation deux types extrèmes: la première, plus large et plus renflée se termine par une tête beaucoup plus large que le col; la deuxième, infiniment plus jolie et plus étroite, se termine par une toute petite tête qui ne dépasse qu'un peu la largeur d'un col presqu'insignifiant lui même.

Ces deux types se rencontrent aussi souvent l'un que l'autre. Outre la forme typique on en trouve d'autres, présentant une légère déviation dans la forme de la tête. La fig. 31 réprésente une tête typique en forme de poire avec une extremité légèrement arrondie; la figure 30 montre la variété se rencontrant le plus fréquemment et présentant une forme transitoire entre la stucture typique de la tête et les spicules à extrémités simplement arrondies, sans trace de renflure, comme cela se trouve fréquemment dans cette éponge. La partie supérieure de la tête de cette variété (fig. 30) est plus large, par rapport à la partie inférieure, que cela n'a lieu pour la tête typique, et cette partie supérieure est approximativement égale en largeur au col, de manière que la partie renflée a l'aspect d'un large anneau passé autour du cylindre. La figure 32 représente la variété opposée, qui est plus rare; la partie supérieure de la tête ne s'y trouve pas plus large, mais au contraire plus étroite relativement à la partie inférieure, que cela n'a lieu dans les spicules typiques. On rencontre encore une variété (fig. 33) qui a deux de ces larges anneaux au lieu d'un qu'on trouve dans la première variété (fig. 30). Enfin on peut considérer comme anomalie la tête étrange que je n'ai rencontrée qu'une seule fois, et où j'ai remarqué non

loin de la renflure normale un bourgeon de moyenne grandeur, entrant dans le col en formant un coin (fig. 34).

L'extrémité antérieure allongée en pointe présente une seule déviation du type normal. Cette déviation consiste en ce que, non loin de la pointe de la spicule, après une brusque rentrée, le rétrécissement devient plus rapide (planche III fig. 8). Quant aux dimensions de la spicule, voici quelques données pour les spicules arrachées d'un faisceau, tant à l'intérieur de l'éponge que des cônes.

A l'intérieur de l'éponge.		Des cônes.	
Longueur.	Largeur.	Longueur.	Largeur.
0,72‴	0,012‴	0,65‴	0,015‴
0,75	0,010	0,75	0,012
0,76	0,014		

Dans l'embryon.

0,65‴ 0,01‴

Les spicules des cônes sont quelquefois plus petites, mais le plus souvent leur largeur est la même que pour le corps même. En outre d'après ce tableau on peut conclure, qu'à de rares exceptions près, ce que la spicule perd en longueur elle le reprend en largeur; ceci, du reste, est une loi ordinaire parmi les éponges.

Les spicules du deuxième genre, que je nommerai spicules *B*, sont beaucoup plus petites que les spicules *A* et jamais droites comme elles, mais plus ou moins recourbées en arc. La spicule que l'on rencontre le plus souvent est celle que représente la fig. 6 de la planche III. Sur sa plus grande longueur, la spicule est cylindrique et droite; une des extrémités se rétrécit brusquement, tandis que l'autre s'amincit et s'étend en un long col recourbé en arc, au bout duquel se trouve une petite tête de forme globulaire.

L'autre espèce du genre *B* est recourbée au milieu, quelquefois plus, quelquefois moins; la partie la plus large du spicule est placée au milieu tandis que vers le haut elle va en se retrécissant graduellement (fig. 7 planche III). La forme typique de la tête (fig. 38) est arrondie en poire, mais pourtant il se rencontre différentes variétés. Ainsi la fig. 37 représente un globe parfait mais sur lequel s'élève une légère proéminence; ce sera une transition pour arriver au type arrondi en poire. Enfin la fig. 39 représente une déviation toujours dans le même sens, c'est-à-dire éxagérant la longueur de la tête; ici la forme typique s'est encore allongée, étirée, et présente ainsi le dernier anneau d'une chaîne qui commence par un globe parfait (fig. 36).

La longueur des spicules se rencontrant particulièrement dans la croûte est d'environ 0,120‴ et leur largeur de 0,0048‴.

Pour compléter je ferai encore mention d'une spicule *A* que j'ai vu sur un des embryons détachés (fig. 20 pl. III). Outre une tête particulièrement allongée, il y a encore de caractéristique un léger renflement au milieu même de la spicule. Enfin je mentionnerai encore

comme anomalie la forme originale de deux spicules qui se sont soudées en forme de croix sous un angle obtus (fig. 35 pl. III).

Après avoir étudié tous les principaux types et les différentes varietés que nous présentent les spicules de cette éponge, nous pouvont maintenant passer à la construction de la croute et à la disposition des parties molles ainsi que des spicules qui s'y trouvent.

La première catégorie de spicules, celles qui sont longues et entièrement droites, forment les faisceaux qui se voient sur la surface de la coupure (pl. I fig. 10); ces faisceaux s'étendent vers la surface en rayonnant de l'objet qui sert de base à l'éponge et en traversant toute l'épaisseur de la croute, dans laquelle les faisceaux se séparent en spicules dont une partie assez considérable ressort à la surface non en forme de huppe, mais plus ou moins regulièrement dispersée. C'est au moyen de ces pointes extérieures des spicules que sont retenus à la surface de l'éponge la vase, les grains de sables et les différentes particules de matière organique en demi-décomposition qui forment la couche brune recouvrant ordinairement la partie extérieure de l'éponge et qui, en se décomposant, devient une source importante pour la nutrition de l'éponge (pl. II fig. 7 *a*).

Les spicules de la seconde catégorie sont comme nous l'avons vu, toujours plus ou moins recourbées, ordinairement dans leur premier tiers. Le renflement de l'une de leurs extrémités (l'autre est pointue) est beaucoup plus prononcé que dans la plus longue espèce et c'est par cette partie qu'elles sont implantées dans la couche extérieure qu'elles traversent un peu par leur extrémité pointue, ce qui donne à la surface un aspect poileux, facile à remarquer surtout lorsque l'éponge est sortie de l'eau (pl. II, fig. 7 *c*).

Figure 3 nous fait donc connaître la structure de la croûte: on voit tout d'abord 1) une couche formée de petites spicules en forme d'épingle 2) une couche privée de spicules, d'une structure très évidemment fibreuse; c'est la couche que M. Oscar Schmidt appele «couche musculaire»; dans la figure 6 de la planche II cette couche, composée de fibres fort minces, très bien définies cependant, est representée d'après nature avec la plus grande précision. Cette coupure très fine, examinée avec le système à immersion № 10 de Hartnack (10 + ocul. 4), nous montre que les fibres sont partout presque d'une égale largeur, qu'elles se ramifient et s'entrelacent, qu'elles n'ont aucune structure, aucun nucleus, et que par conséquent il n'y a pas de raisons histologiques suffisantes pour les compter comme des éléments musculaires. Si l'on considère la manière d'être de ces fibres envers les différentes matières colorantes, comme par exemple le carmin, on trouve une raison de plus à l'appui de cette opinion. En trempant dans le carmin de minces découpures de la croûte on remarque que, tandis que les parties protoplasmatiques se teignent en rouge foncé, les fibres restent entièrement incolores, ce qui est surtout facile à constater sur les bords, et se comportent juste comme auraient pu le faire des fibres de nature cornée. Ce fait rend absolument invraissemblable la supposition d'Oscar Schmidt, qui considérait cette couche comme musculaire, supposition d'autaut plus invraissemblable qu'elle ne saurait nullement expliquer leur usage dans un endroit tout rempli de spicules et de nature impropre à subir

des contractions. Je dois faire observer que des fibres, analogues à celles dont je viens de parler, se rencontrent parfois à l'intérieur de l'éponge, s'entrelaçant avec les spicules des faisceaux et servant à les relier entre eux. 3) La troizième couche de la croûte (pl. II fig. 7*e*) est composée de spicules de la première espèce (les plus grandes) implantées non pas en sens radiaire, c'est à dire vertical à la surface, mais en sens horizontal. Après cette troisième couche on ne voit plus que de longues spicules en faisceaux (fig. 7*f*) entourés de parenchyme d'une nature granuleuse (fig. 7*g*), composé de protoplasme avec des cellules qui y sont implantées sans aucune trace de structure fibreuse et traversé par des canaux sans endoderme (fig. 7*h*).

Je passerai maintenant à la description des cônes qui, comme nous le verrons plus bas, servent d'organes de réproduction (pl. III fig. 1, 2, 3). Chaque cône consiste en une membrane assez mince qui entoure une cavité également cônique; il n'est donc pas massif et sa cavité communique avec les cavités et les canaux du corps par une ouverture située à la base du cône et traversant la croûte de l'éponge. Près du bout du cône cette cavité devient de plus en plus étroite et se termine à l'extrémité sans s'ouvrir dans un osculum ou dans un pore quelconque. Les parois (pl. II fig. 8) qui, comme je l'ai déja dit, ne sont pas d'une grande épaisseur ont des faisceaux longitudinaux composés de 8 à 10 spicules de la même nature que celles qui composent les faisceaux intérieurs et disposés de la même manière comme on le voit dans les papilles de *Polymastia mamillaris* Bwb. [1]). Entre ces faisceaux sont disposées les parties molles, le syncytium muni d'assez grands pores qui établissent la communication entre la cavité du cône et l'eau extérieure. En outre, il se trouve, disposé dans la substance sarcodique du cône, des spicules du deuxième genre qui sont dirigées verticalement à la surface et dont les extremités, ressortant à l'extérieur, donnent au cône aussi bien qu'à l'osulum une apparence hérissée. Il arrive souvent que ces spicules superficielles ainsi que les pores sont disposées avec une si grande regularité que les parois du cône prennent un aspect reticulé. Chaque cône a près de 10 faisceaux.

On voit dans les figures 1, 2 et 3 pl. III qu'au point, ou le cône fait une courbe, les spicules, étant assez longues et ne pouvant se placer dans les parois dans toute leur étendue, ressortent de la surface des cônes en leur donnant un aspect hispide. Outre ces grandes spicules les cônes renferment encore d'autres, de la petite catégorie qui ne sont cependant pas si richement représentées ici que dans la croûte; mais ici aussi leur position est analogue; elles sont insérées dans les parois dans une position verticale à la surface, les pointes ressorties, de manière que, sauf la différence que présentent entre elles les relations mutuelles des deux espèces de spicules — la direction des faisceaux étant verticale à celle des petites spicules — il devient évident que les cônes ne sont autre chose que des protubérances formées par la couche supérieure ou croûte même de l'éponge.

Les tubes cylindriques portant des ouvertures à leur extremité (pl. I fig. 2) nous pré-

1) O. Schmidt. Zweites Supplement der Spongien des Adriatischen Meeres. Taf. I fig. 12.

sentent tout-à-fait la même structure, à cette différence près qu'ils sont un peu plus grands, plus massifs et que leurs parois sont de beaucoup plus épais. On voit donc que ce n'est principalement que par la forme que se distinguent entre eux les cônes et les tubes cylindriques mais, comme sous ce rapport il n'est pas facile de tracer une limite distincte entre ces deux formes, les cônes présentant tous les dégrès transitoires à la forme cylindrique (pl. I fig. 7*a*), on est forcé de convenir que ces deux sortes de formations ne se distinguent l'une de l'autre que par leur âge relatif et que les cônes, ayant servi à la fonction de propagation, se transforment en oscules après avoir epaissi leurs parois et élargi la partie supérieure munie dès lors d'un orifice. Cette manière de voir nous explique pourquoi les individus de *Rinalda arctica* qui par leur grande taille nous témoignent de leur âge avancé sont munis de plusieurs oscules tandis que ceux d'entre eux de petite taille n'en ont qu'un seul.

Parmi les cônes on en peut remarquer qui à leur extremité amincie se terminent en bout arrondi garni de plusieurs spicules ressortant des parois sous forme de petite huppe; d'autres fois on remarque un long fil à l'extrémité du cône et placé à angle droit avec son axe. Quelquefois, surtout dans les cônes les moins developpés, ce fil se termine par un bout renflé tout garni de longues spicules et ayant 0,2—0,5 mm. de diamètre à peu près. Les figures 1, 2 et 3 nous présentent les différents stades de développement sous lesquels ces cônes se sont presentés à mes yeux. On voit d'abord (fig. 2) un cône à l'extrémité amincie en fil, fortement recourbé en arrière et portant un renflement de forme ovale; les longues spicules qui traversent tout le long du cône sous forme de faisceaux passent à travers le renflement et ressortent à l'extrémité opposée par leur bout aminci. Les petites spicules recourbées existent également dans ce petit bourgeon. Outre ce renflement assez developpé (fig. 2*a*) on en remarque encore un ou deux beaucoup moins prononcés placés à quelque distance du premier (fig. 2 *b*, *c*). Il est facile de comprendre que la cavité du cône ne se prolonge pas dans le fil composé seulement de quelques spicules rénuies par une fine couche de matière organique. J'ai pu du reste me convaincre de ce fait en pratiquant des coupures longitudinales à travers un des cônes dont le sommet qui s'élargissait en ballon était encore uni au cône même par une attache assez épaisse; déjà après cette opération on pouvait constater que la cavité du cône se termine en s'arrondissant sans pénétrer dans le col unissant le bourgeon au cône, ni dans le bourgeon sphérique même qui sont l'un et l'autre compactes et massifs; les faisceaux de spicules longues et droites qui s'étendent dans les parois du cône se réunissent ici en un faisceau central commun de spicules dont les extrémités ressortent du tissu librement.

Figure 1 nous présente un autre cône dans un état beaucoup plus avancé. On y constate 4 renflements très distincts, ceux près du bout plus grands et plus detachés de la tige qui les supporte; cette tige devient de plus en plus longue et plus mince à mesure que l'on s'approche du bout et n'est souvent composée que de 3 — 5 spicules presque entièrement privées de matière organique.

Enfin figure 3 nous montre trois bourgeons d'une forme régulièrement ronde et en même temps presque entièrement detachés de leurs tiges; on doit remarquer que la connec-

tion des deux derniers embryons n'a lieu que par une ou deux spicules et que, sans doute par quelque choc ils se détachent entièrement et deviennent libres en donnant naissance à de nouveaux individus. Ainsi, comme on le voit, l'embryon consiste en une boule de matière organique (syncytium) sans cavité aucune et muni des deux espèces de spicules, les unes courtes et un peu recourbées ne ressortant que peu hors de la surface du bourgeon, les autres toutes droites et plus grandes, insérées par leur bout muni d'un renflement et libre dans la plus grande partie de leur étendue.

C'est ici que la grande loi de l'hérédité est ramenée à une de ses plus simples et de ses plus évidentes manifestations: en effet, les spicules, l'élément le plus constant et le plus essentiel de l'éponge ainsi que le protoplasme se transmettent immédiatement d'un individu à un autre — de l'individu adulte à l'embryon par un procès purement mécanique. L'embryon, sous l'empire d'une cause quelconque, mais dans tous les cas dépendante des actes de nutrition, provoquant l'accroissement, se détache du cône portant en lui tous les traits principaux caractéristiques d'un individu adulte.

Je n'ai jamais observé plus de quatre embryons à la fois au bout de chaque cône, mais il est plus que probable qu'il peut s'en former beaucoup plus pendant la vie de l'éponge et comme un individu bien développé peut avoir plusieurs dizaines de cônes, on peut établir à plus de 100 le nombre des embryons ainsi formés. Il suffit d'étudier la morphologie comparée des cônes pour se convaincre pleinement que les cônes élaborent bien réellement l'embryon par voie de bourgeonnement et que ces embryons se développent ultérieurment dans l'organisme tout entier. Toutefois pour bien m'assurer que ces globules fussent réellement des embryons j'entrepris une culture de l'éponge afin de voir si ces bourgeons se développeraient en individus ou non. Dans ce but je plaçai dans un petit vase en verre un exemplaire de cette éponge après l'avoir bien lavée afin d'en détacher les globules qui pouvaient adhérer à la surface du corps sans qu'il y ait connexion réelle. Je plaçai ce vase à son tour dans un plus grand vase en bois dans lequel je renouvelais l'eau plusieurs fois par jour. Au bout de deux jours je pus remarquer au fond du vase en verre; près d'une dizaine de petits globules jaunâtres qui sous le microscope se montraient comme étant des embryons, tels que nous les avons décrits plus haut, avec cette différence que leur diamètre s'était accru pendant ces 2 jours du double, ce qui en partie au moins pourrait être produit par le changement de forme de l'embryon, sphérique d'abord et qui s'était ensuite plus ou moins applati et avait pris la forme discoidale. Tous les embryons ainsi obtenus étaient couverts d'une forte couche de matière organique étrangère, en géneral à demi décomposée, retenue à la surface des bourgeons par les longues spicules dont toute la surface était hérissée. Cette circonstance me donne la raison d'être des longues spicules si richement représentées dans les embryons, servant à retenir les objets organiques qui en se décomposant procurent la substance nutritive absorbée immédiatement par la surface protoplasmatique. En effet, l'embryon n'ayant point de cavité et encore moins d'orifice buccale ne peut se nourrir qu'en absorbant des particules solides ou plutôt de la matière organique en état de fusion

dans l'eau de mer, à moins que nous n'admettions qu'il possède des pseudopodes à l'instar des Amibes, ce dont je ne pus cependant jamais m'assurer; d'ailleur je n'ai jamais pu observer dans les couche superficielles du syncytium de l'embryon aucune particule solide qui puisse lui servir de nourriture ce qui nous conduirait à regarder comme plus vraissemblable la supposition que c'est de la matière organique en fusion que l'éponge se nourrit: Il en est ici comme dans la singulière éponge *Cladorhiza abyssicola* décrite il n'y a pas longtemps par M. Sars [1]). Cette éponge qui ne vit qu'à de grandes profondeurs et qui a plutôt l'air d'être un hydroïde ou un bryozoaire qu'une éponge se distingue surtout par sa solidité absolue et l'absence totale de quelque cavité que ce soit, canaux ou pores. Et pourtant cet être est une véritable éponge comme on peut s'en assurer d'après la déscription de M. Sars. On se demande comment l'organisme entièrement dépourvu de cavité gastrale et d'ouverture buccale peut cependant continuer à vivre, se nourrir et croître. Comme l'accroissement ne peut pas avoir lieu sans la nutrition et que celle-ci ne peut se produire autrement que par la surface il faut en conclure que c'est par les couches superficielles du syncytium que se produit l'absorbtion d'aliments solides à l'instar de ce qui à lieu chez des amibes où, ce qui est encore plus probable, les aliments s'absorbent en état de dissolution dans l'eau de mer, comme c'est la règle dans le règne végétal.

Il en est de même dans une nouvelle espèce d'éponge appartenant au genre *Esperia* que j'ai trouvé à la mer Blanche en très grand nombre et qui, comme je le décrirai plus amplement dans le chapitre suivant, répandent de tout coté de leur corps en forme de petit coussin ou de bouton des fils ou plutôt des racines larges de plusieurs millimètres, parcourant la surface des algues d'un individu à l'autre, se ramifiant, s'anastomosant et formant ainsi tout un réseau, qui recouvre différents objets, surtout des algues rouges (Delesseria sinuosa, Phyllophora interrupta). Ces racines dans leur partie la plus large comme dans les plus fines n'ont aucune trace de canal ni de cavité quelconque, elles ne sont composées dans toute leur étendue qui souvent atteint plusieurs centimètres que du syncytium (mesoderme de Franz Eilhard Schultze, ectoderme de E. Haeckel) rempli de cellules et de spicules propres à l'éponge. Les racines ainsi dépourvues entièrement de tout organe de nutrition n'en poussent pas moins et produisent, nous parait-il même, à leur point de jonction de nouveaux individus en assez grand nombre. Pour pouvoir croître il faut bien qu'elles se nourrissent et comment pourraient elles le faire si elles n'avaient pas la faculté d'absorber au moyen de la surface les substances organiques en fusion. Il est très facile du reste de se convaincre que les rameaux ou, pour mieux dire, les racines n'absorbent point de corps solides car on n'en trouve jamais ni dans leur tissu, ni à leur surface qui reste toujours unie et sans qu'aucun corps étranger y soit attaché.

Tous ces faits serviraient donc à confirmer la manière de voir de M. Elias Metch-

1) G. Sars. On some remarkable forms of animal life from the great deeps off the Norwegian coast 1872, p. 62 etc.

nikoff et de M. Barrois, d'après lesquels l'ectoderme serait doué de la faculté d'absorber la nourriture, tandis que l'entoderme d'après M. Metchnikoff ne serait pour l'éponge qu'un élément de peu d'importance et transitoire, apparaissant et disparaissant dans l'éponge suivant les saisons [1]). Je crois pouvoir ajouter de mon côté que c'est avec l'absorbtion des matière organiques en fusion que nous avons à faire dans le cas présent et non de particules nutritives solides.

Quoique il en soit, c'est un fait acquis que la *Rinalda arctica* possède une structure très compliquée qui se manifeste non seulement dans la grande complication de la croûte, dans la présence d'une couche corneuse très bien developpée et differenciée, mais encore par la présence d'organes spéciaux destinés à la reproduction inséxuelle par voie de bourgeonnement. Ces organes, comme nous l'avons vu, après avoir servi pendant un temps plus ou moins long à produire par bourgeonnement une certaine quantité d'embryons, se transforment peu à peu en tubes cylindriques portant un osculum à leur extrémité et servant à évacuer l'eau contenue dans le corps.

C'est sur cette même espèce que je me suis occupé de l'irritabilité des éponges, et c'est surtout sur l'osculum que je pus l'observer avec beaucoup de précision. Ce dernier, comme nous l'avons vu, est placé au bout d'un tube cylindrique; lorsqu'on irrite avec une aiguille les bords de l'osculum on s'aperçoit après quelque temps que l'ouverture, auparavant très ouverte, diminue peu-à-peu et cette diminution, si l'irritation a été assez forte, peut se continuer à un tel degrè que l'orifice ne présentera qu'une toute petite ouverture de la grandeur d'un point. Je vais donner quelques chiffres relatifs à ces phénomènes

Après avoir fait vivement 2 ou 3 tours avec l'aiguille en l'appuyant un peu au bord intérieur de l'ouverture, il s'est écoulé 10 secondes avant que je puisse apercevoir une modification quelque peu évidente; après quoi la contraction eut lieu progressivement et avec plus de vitesse pendant les 20 secondes suivantes, de sorte qu'après une demi minute, qui s'était écoulée à partir du moment de l'irritation, on était au maximum de la contraction l'osculum demeura dans cet état de contraction pendant près de 2 minutes, après quoi la dilatation eut lieu pendant une période de $2^1/_2$ minutes de sorte qu'il a fallu 5 minutes en tout pour que l'oscule reprenne après avoir été irrité son état normal.

On voit de ces expériences combien de temps il faut à l'éponge (ou plus proprement au protoplasme) pour répondre à une irritation quelconque; et ceci s'explique, comme par l'absence de nerfs — voies spéciales destinées à la transmission de l'irritabilité, de même par la masse comparativement volumineuse du corps sarcodique de l'éponge (les infusoires par exemple réagissent beaucoup plus vite, quoique également dépourvus de nerfs); on voit encore que le temps que l'éponge a employé pour revenir d'un état de contraction à son état normal dépasse de beaucoup le temps qu'elle met à répondre à l'irritation par la contraction; et ça se

1) E. Metchnikow. Изслѣдованія о губкахъ. Извѣстія Новороссійскаго общества естествоиспытателей vol. IV 1877 p. 5 et 6 (en russe).

comprend: ce qui est surtout nécessaire à l'éponge c'est que son osculum puisse se fermer aussi vite que possible (dans le but de défense), tandis qu'elle aura toujours assez de temps pour l'ouvrir, voilà pourquoi il a pu se produire une certaine accomodation de l'osculum destinée à la fermeture. Je dois faire remarquer encore que c'est uniquement par l'irritation de l'osculum (surtout de son bord) qu'on peut observer un mouvement quelconque. On a beau piquer et irriter le corps partout ailleurs on ne parviendra jamais à obtenir, du moins à observer, aucune contraction ni de l'oscule, ni du corps en général ce dont je me suis assuré sur une autre éponge appartenant au genre Suberites et formant une nouvelle espèce *(Suberites Glasenapii)* [1]). En irritant au moyen d'une aiguille le bord intérieur de l'osculum de cette éponge on voit son ouverture se diminuer de plus en plus et enfin disparaitre complètement. Si on laisse dans le vase dans lequel on observe l'éponge autant d'eau qu'il en faut pour recouvrir tout le corps moins le bout de l'oscule, on remarque bientôt que ce dernier pour éviter le contact immédiat de l'atmosphère, commence à ce courber et à s'incliner jusqu'à ce que l'oscule soit tout entièrement couvert par l'eau. Si après ça on ajoute une quantité suffisante d'eau dans le vase l'oscule de sa position inclinée revient de nouveau à son état normal, se relève et prend une position verticale.

En examinant notre éponge au point de vue systématique nous avons tout d'abord à remarquer la distinction qui éxiste entre les spicules des deux espèces du genre Rinalda, appartenant, comme l'a très bien demontré O. Schmidt, à la famille des Suberitidinae. Dans sa description de *Rinalda uberrima* O. Schmidt ne s'étend pas beaucoup sur la forme et la grandeur des spicules, il dit seulement qu'elles sont de deux espèces, les unes plus grandes, les autres plus petites (0,162 m.) et qu'elles ont la forme d'épingle; toutefois dans la figure 6 de la planche III [2]) il dessine une spicule qui probablement appartient à la première espèce; en comparant cette spicule [3]) avec la figure 9, 10 (pl. III) de *Rinalda arctica* on voit qu'elle en diffère en ce que sa longueur est moindre comparati vement à sa largeur, ensuite par le fait que la partie la plus large est située dans le dernier tiers de la spicule tandis que dans la *Rinalda arctica* elle est située au milieu et enfin par la forme de la tête ou du renflement au bout qui dans *Rinalda uberrima* est régulièrement ronde sans bouton à l'extrémité.

Enfin il faut surtout prendre en considération le habitus, la position des cônes plus régulière, leur uniformité plus grande, leur forme élégante et élancée, plus amincie à l'extrémité et la présence d'oscules seulement au bout des tubes cylindriques ce qui n'a jamais lieu dans les cônes, ceux-ci au contraire portant ordinairement des renflements épineux qui ne sont autre chose que des embryons ou des bourgeons. Tout cela justifie la formation d'une nouvelle espèce.

---

1) V. le rapport préliminaire sur les éponges d. l. Mer Blanche dans les Труды С.-Петербургскаго Общ. Естествоиспыт. vol. IX, p. 259.

2) O. Schmidt. Grundzüge einer F. des Atl. Geb. 1870.

3) Représentée sur ma Pl. III, fig. 11 d'après O. Schmidt.

J'ai rencontré l'éponge dans les endroits suivants 1) En 1876 non loint du promontoire Keretz (65° 25′ de latitude et 39° 38′ de longitude), à la profondeur de 6 brasses, sur un fond de gravier et 2) en 1877 dans différents endroits près des îles Solowetzsky, de 5 — 8 brasses de profondeur; surtout en grandes quantités près de l'île des Lièvres (Bolschoy Zajatschy Ostrow) près de l'ermitage, à une profondeur de 12 brasses, sur un fond de limon avec peu de cailloux.

Outre les données que nous présente O. Schmidt dans ses Grundzüge einer Fauna des Atlantischen Gebietes sur le genre *Rinalda* et que déjà nous avons cité, le même auteur dans un autre ouvrage [1]) mentionna en 1872 la présence de *Rinalda uberrima* dans la mer d'Allemagne. Enfin en 1877 E. Marenzeller [2]) décrivit sous le nom de *Rinalda uberrima* une petite éponge provenant de l'extrème Nord (79° de latitude Nord). Cette éponge avait en tout 7 Millimètres de largeur et 5 d'épaisseur, et croissait sur des fragments de coquillages, sans pourtant les envelopper entièrement; il est évident que E. Marenzeller avait sous les yeux un très jeune exemplaire, car outre sa petite dimension la surface entière du corps n'avait que deux processus en forme de cône privés d'ouverture à leurs extrémités. Il est difficile de déterminer d'après ce jeune exemplair à quel espèce appartenait cette éponge, mais à en juger par la forme des longues spicules [3]) qui sont le plus large à leur milieu on peut penser que l'éponge en question appartient à la *Rinalda arctica* et non pas à la *R. uberrima*. C'est du même auteur que j'ai appris pour la première fois qu'on avait trouvé *R. uberrima* en Norwège (Bukenfjord).

Voilà tout ce qui dans la litérature était connu jusqu'à ce jour sur cet intéressant genre dont j'ai donné plus haut une description détaillée.

II.

Description d'un nouveau genre de Calcispongiaires et d'une nouvelle Esperia.

Planche I, fig. 13, 14. Pl. II, fig. 1—3. Pl. III, fig. 23—29 etc.

Dans ce chapitre je décrirai en détail l'organisation de deux remarquables éponges d'une desquelles j'ai déjà donné une description succinte cette année même [4]). Je commencerai par cette dernière.

---

1) O. Schmidt. Spongien aus der Deutschen Nordseeexpedition 1872, p. 116.

2) E. Marenzeller. Die Coelenteraten, Echinodermen und Würmer der K. K. Oesterreichisch-Ungarischen Nordpol-Expedition. Denkschriften der K. Akademie der Wiss., math.-naturw. Classe, II. Abth., XXXV. Bd. 1877, p. 13, pl. II, fig. 2.

3) E. Marenzeller l. c. pl. II. fig. 2 A. a.

4) On Wagnerella, a new genus of sponge, nearly allied to the Physemaria. Ann. and Magaz. of Nat. Hist. 1878 January, vol. I, p. 70.

Dans mon premier voyage à la mer Blanche en 1876 j'ai trouvé en deux endroits [1]) sur des tige de Sertularia un singulier organisme que j'ai retrouvé de nouveau en 1877 dans ma dernière visite à cette mer si féconde en animaux inconnus et souvent fort remarquables.

Cette fois je l'ai trouvée fixée à la branche d'un *Bryozoaire* tout près de l'île Solowetzky à 2 brasses de profondeur.

D'abord, vu sa petite *taille* (l'éponge a à peu près 0,8‴ millimètres) je crus avoir affaire à un rhizopode quelconque, à quelque organisme comme la gentille *Clathrulina elegans* de Cienkowsky par exemple, d'autant plus que la forme de cette éponge (pl. II, fig. 1) consistant en une tête sphérique placée sur un long et fin pédoncule nous rappelle infiniment cet être d'eau douce. Mais une connaissance plus intime m'a convaincu que l'objet en question n'était autre qu'une fort petite éponge.

L'éponge entière (pl. II, fig. 1 et 2) est composée de deux parties très distinctes entre elle, savoir: d'un très long et très fin pédoncule et d'une boule ronde placée à l'une des extrémité du pédoncule, tandis que l'autre sert à la fixer à des Hydroïdes ou bien à des Bryozoa. Le pédoncule lui même est composé de deux parties, dont l'une est un très long et fin cylindre quelquefois un peu élargi à son extrémité supérieure, là où la boule est fixée. La largeur approximative [2]) de ce cylindre est de 0,02 mm; à son extrémité inférieure ce cylindre se réunit avec la seconde partie du pédoncule qui n'est autre chose que son élargissement en forme de cône dont la base sert à fixer l'éponge à des objets étrangers. Ce cône basal ainsi que le cylindre qui en est simplement le prolongement, sont composés d'une couche très mince de matière organique granuleuse, composée probablement de syncytium et d'une grande quantité de fort petites spicules, assez grosses, placées horizontalement dans cette couche organique; tout cela forme ensemble une membrane fine quoique assez résistante et élastique qui sert de parois à la cavité intérieure de l'éponge. Cette cavité passe à travers tout le corps sans interruption depuis le cône basal, passant tout le long du cylindre pour aller se confondre avec la cavité du globe, de sorte que tout l'organisme nous présente la réunion d'un cône creux, d'un cylindre creux et d'un globe creux. Cette grande cavité correspond sans aucun doute à la cavité gastrale des autres éponges qui ne différeraient ainsi de *Wagnerella* que par leurs parois beaucoup plus épaisses. La longueur moyenne du pédoncule est de 0,4 millimètre, il est dans la plupart des cas entièrement droit ou bien légèrement recourbé mais par un effort artificiel on peut le courber à angle droit sans le casser; du moment où cette pression cesse d'avoir lieu il revient de nouveau à sa position primitive plus au moins rectiligne. La tête ou globe a près de 0,1 millimètre de diamètre ce qui ne fait que la $^1/_5$ partie de la longueur totale de l'animal.

---

1) Une fois entre les îles Solowetzky et la ville Kem à 35° 25′ de longuitude, à la profondeur de 12 brasses, sur un fond pierreux. Une seconde fois dans la Baie d'Onéga non loint de Belogousicha, à la profondeur de 16 brasses, sur un sol pierreux.

2) Plus bas je donnerai des mesures plus exactes.

Cependant la longueur de l'éponge peut varier sensiblement et si j'ai quelquefois trouvé des exemplaires ne dépassant pas 0,5 millimètre j'en ai trouvé un en 1877 dont le pédoncule avait plus d'un milimètre (1,1 mm.), en même temps le diamètre de la tête était de 0,18 mm., de sorte que l'animal entier avait environ 1,3 mm.

La forme de la tête est également soumise à d'assez grandes variations; elle est quelquefois parfaitement ronde, d'autres fois légèrement anguleuse, dans les plus jeunes exemplaires la transition de la tête au pédoncule ne s'accomplit pas brusquement, mais plus ou moins graduellement, autrement dit le pédoncule s'élargit rapidement à son extrémité supérieure et se transforme en un renflement globuleux. Mais c'est surtout la dilatation cônique du pédoncule par laquelle l'éponge est fixée aux corps étrangers qui est sujette à beaucoup de variations. Dans les jeunes exemplaires le cône ne se sépare pas brusquement du pédoncule, en outre le cône lui même est court et large. Dans les individus plus agés le cône se sépare du pédoncule aussi brusquement que la tête et sa forme est plus cylindrique et plus haute que large.

Comme je l'ai déjà dit la tête n'est autre chose que la continuation immédiate de la cavité générale qui passe à travers le pédoncule revêtue comme lui d'une fine membrane. Au fond cette tête peut être considérée comme un élargissement du pédoncule à son extrémité. La justesse d'une semblable supposition est prouvée par les quelques données relatives au développement de cette éponge que j'ai pu recueillir. La jeune *Wagnerella* (Pl. II, fig. 26) est composée d'un tube long et cylindrique élargi en cône à son extrémité inférieure et légèrement renflé en forme de poire à l'extrémité supérieure déjà munie des mêmes spicules qui ornent la tête globulaire des exemplaires adultes et placés comme dans ceux-ci en sens radiaire. Toute une série de formes transitoires m'a prouvé que c'est de ce tube cylindrique que se forme l'éponge adulte par un renflement de plus en plus prononcé de l'extrémité supérieure. D'après toute probalité il faut croire que c'est le cône qui est la partie la plus ancienne de tout l'organisme; c'est cette partie qui à son sommet produit un pédoncule cylindrique s'allongeant de plus en plus et s'élargissant ensuite en une tête globulaire.

Le caractère le plus saillant de la tête est la présence de spicules longues et exessivement fines qui ressortent tout-autour de la surface de la boule en rayonnant et lui donnent un aspect hérissé à l'instar de l'oursin de mer. C'est à cause de ces spicules qu'il est impossible d'entrevoir distinctement la surface du globe et de juger s'il y a ou non des pores établissant une communication entre la cavité générale et l'eau extérieure; les parois de la tête sont aussi munis de petites spicules courtes et comparativement grosses, ne différant de celles qui sont implantées dans le pied que par leur longueur en général un peu plus grandes. Ici aussi, comme dans le pied, ces spicules sont implantées dans la fine couche organique, de manière à ce que les bouts ne ressortent point, mais seulement leur position n'est pas régulière, dans la tête les spicules étant disposées dans toutes les directions possibles quoique toujours dans une position horizontale à la surface.

Quant aux spicules de cette éponge il y en a, comme nous l'avons vu, de deux espèces

les unes sont plus longues et plus fines que les autres, elles appartiennent exclusivement à la tête et ne tiennent à la matière organique que par leur bout (pl. II, fig. 3); leur longueur est d'environ 0,05 millimètres tandis que leur largeur est tout-à-fait insignifiante, quelquefois même immesurable. La longueur ainsi que la largeur de ces spicules peut varier considérablement, les plus longues excédant de plusieurs fois les plus courtes. Aux deux bouts elles s'amincissent également graduellement; pour la plupart elles ne sont pas tout-à-fait droites, mais courbées de différentes manières, généralement légèrement et en courbe régulière (pl. II, fig. 3 a. b. d.), mais il arrive, quoique rarement, de rencontrer des exemplaires courbés plusieurs fois irrégulièrement et en zigzag (pl. II fig. 3 c.). Quant aux spicules de la seconde catégorie elles sont beaucoup plus courtes et plus larges (pl. II. fig. 4.); elles sont toujours complètement recouvertes par la substance organique de la tête ainsi que du pied et dans ces deux partie la grandeur seule les distingue: dans la tête elles sont ordinairement un peu plus longues quoique il arrive de rencontrer des spécimens de la même longueur dans le pied, surtout dans sa partie inférieure (le cône). Leur forme dans le plus grand nombre des cas est régulièrement fusiforme, quelquefois droite sans courbure, un peu enflée au milieu et s'amincissant assez brusquement en pointes aigues aux deux bouts (pl. II. fig. 4 *a* et 4 *c*). Ces spicules se rencontrent presque toujours assez fortement recourbées mais leur recourbure est toujours regulière (pl. II. fig. 4 *b*). En brisant le pédoncule on les voit parfaitement avec leurs bouts ressortant au delà de la matière organique. Leur disposition dans la tige n'est pas tout-à-fait regulière dans ce sens qu'à certains endroits elles sont en grand nombre, très rapprochées les unes des autres, dans d'autres au contraire elles sont très espacées, surtout dans la partie inférieure du pédoncule et quelquefois il se rencontre même des espaces, pas grands il est vrai, presque entièrement dépourvus de spicules. Dans le cône les spicules sont représentées moins richement que dans la partie supérieure du pédoncule, où la matière organique ne s'aperçoit que sous forme d'un réseau dans les interstices duquel sont disposées les spicules. Quelquefois il parait y avoir au centre du pédoncule, dispersées ça et là, ou réunies en petits groupes, des spicules disposées non pas horizontalement mais dans le sens de la longueur du pédoncule. Il peut très bien se faire que ces traits ou lignes confuses qui se remarquent quelquefois ne soient pas toujours de simples replis de la surface comme je crois les expliquer dans la plupart des cas et que dans l'intérieur du pédoncule il se rencontre parfois des spicules; mais ceci ne peut servir d'argument contre la possibilité de l'existence d'une cavité qui, de même que dans les cônes, se remarque très distinctement dans les exemplaires brisés.

Les spicules sont composées de même que dans tous les Calcispongiaires de sels calcaires qui se dissolvent dans l'acide chlorhydrique. La glycérine peut aussi servir comme bon réactif pour reconnaitre la nature des spicules sans avoir besoin de détruire le sujet. En mettant l'animal ou un fragment seulement dans la glycérine on doit constater si les contours des spicules deviennent plus nets que vus dans l'eau ou l'esprit de vin; s'il en est ainsi ou bien même si la netteté ne change pas on peut être sûr d'avoir affaire à un corps

calcaire; l'orsqu'au contraire les contours disparaissent peu à peu et que les spicules peuvent à peine être aperçues on doit en conclure qu'elles sont siliceuses. Voici maintenant des mesures relatives à l'éponge[1]):

Longueur totale de l'éponge	0,5 mm. — 1,3 mm.
Diamètre de la tête d'un individu adulte.....	0,1012 mm. — 0,18 mm.
» » » d'un jeune individu.....	0,0588 mm.
Largeur moyenne du pédoncule	0,018 — 0,02‴
Longueur des grandes spicules de la tête	0,01175 — 0,05875
Leur largeur (quelquefois immesurable).....	0,00047 — 0,00117
Longueur des petites spicules	0,00964‴ — 0,01605‴[2]).

Nous avons maintenant à examiner, si cet organisme, vu son extrême petitesse, peut être consideré comme une forme entièrement developpée ou bien s'il n'est rien autre qu'un stade de développement d'une autre éponge, — qu'un embryon. Mes recherches m'ont suggeré les conclusions suivantes: la taille de l'éponge ne peut en aucune manière servir à la faire considérer comme un embryon, car les Calcispongiaires en général sont très petites et souvent ne dépassent point la grandeur de Wagnerella; c'est ainsi que *Ascetta primordialis* Haeck. n'a souvent que la grandeur d'un $^1/_2$ millimètre[3]). Si nous prenons en considération la simplicité de l'organisation des éponges en général nous verrons tout de suite que la forme assez compliquée et différenciée de Wagnerella ne se rapporte aucunement à l'idée d'un embryon. Nous voyons en effet que le corps de l'éponge se divise en trois parties distinctes et qu'elle a deux espèces de spicules, se distinguant aussi bien par leur forme que par leur disposition. Une pareille complication de structure et d'organisation ne saurait en aucune manière être compatible avec l'idée d'un embryon d'éponge, que nous nous attendons à voir plus simple encore qu'une éponge adulte. Ensuite, lorsqu'on fait attention à la figure 2 *b* de la pl. II qui représente la forme d'un jeune individu de Wagnerella on voit que cette tête qui plus tard se développe sous forme de boule n'est dans l'origine qu'un simple cylindre qui se renfle peu à peu; une fois que le renflement, en s'arrondissant toujours, acquiert la forme de boule, il est évident que le procédé morphologique a atteint son but, et que cette forme qui nous présente la forme de l'organisme adulte ne changera plus, car il serait absurde de supposer que la tête après s'être peu à peu transformée en boule redevienne ensuite un cylindre ou quelque autre forme.

Enfin il faut prendre en considération encore le fait que j'ai trouvé environ 6 spécimens de l'éponge en question dans trois différents lieux, entre autre 2 jeunes individus plus au moins dépourvus de tête ronde: il serait donc inadmissible que le hazard ne m'eut

1) en millimètres.
2) Le dernier nombre se rapporte à la tête.
3) E. Haeckel. Monographie der Kalkschwämme. Bd. II p. 19.

fourni que des embryons sans jamais me faire voir un seul animal adulte auquel ces embryons appartiennent. Tout ceci me confirme dans mon opinion que la Wagnerella que j'ai décrite est une éponge adulte et non une embryon.

On ne peut nier qu'il existe une extrême ressemblance entre la *Wagnerella* etles organismes décrits récemment par M. Haeckel sous le nom de *Physemaria*[1]) et il est certain que l'éminent zoologue allemand aurait rapporté mon éponge à son genre *Haliphysema* tellement une des espèces de ce genre, *Haliphysema echinoides* (qui n'est rien autre chose que la *Steletta echinoides* O. S.[2]), *Tisiphonia agariciformis* W. Thms.) ressemble à l'éponge de la mer Blanche *Wagnerella borealis*. Rien que cette ressemblance prouve déjà que cet organisme est bien réellement une éponge et non pas une Physemaria, d'autant plus qu'ici il ne peut être mis en doute que les spicules appartiennent à l'éponge même qui les a produites. De plus, les considérations suivantes peuvent venir corroborer mon opinion sur la nature de cet organisme que je considère comme une véritable éponge.

Comme on l'a vu je n'ai rien mentionné sur les pores et la cause en est qu'il m'a été impossible d'en trouver. Malgré tous mes efforts je n'ai pu découvrir ni dans l'individu que j'étais à même d'étudier à l'état vivant, ni dans ceux conservés dans l'esprit de vin aucune trace de pores; mais il ne faut pas perdre de vue que même s'il en existait, ce qui est plus que probable, il serait tout-à-fait impossible de les apercevoir à travers la forêt d'innombrables spicules qui recouvrent toute la surface de la tête et cachent aux regards de l'observateur sa surface; il faut prendre encore en considération que les pores ne sont point constants, que la moindre irritation, surtout l'effet de l'esprit de vin, suffit pour les fermer ce qui expliquerait parfaitement leur absence. Ce sont ces mêmes spicules, ainsi que le peu de transparence de la tête en général, qui m'ont mis dans l'impossibilité de constater l'existence d'un orifice buccal à l'extrémité du corps, lequel, je le suppose, doit exister à l'instar de ce que nous voyons dans les Physemaria.

Mais si même nous admettons que l'existence des pores dans *Wagnerella borealis* est un fait non prouvé et même invraissemblable, leur absence toutefois ne peut en aucunem anière nous faire douter de la nature spongiaire de Wagnerella. En effet nous connaissons plusieurs éponges dont la forme et les spicules ont été décrites, mais dont les pores par différents motifs n'ont pas été découverts (voir la monographie de Bowerbank par ex.) toutefois nous n'hésitons pas à admettre que ce soient de vraies éponges. De plus, nous connaissons une merveilleuse éponge qui a été décrite par G. Sars dans son intéressant livre: On some remarkable forms of animal life from the great deeps off the Norwegian coast 1872. C'est de *Cladorhiza abyssicola* M. Sars que je parle. Cette éponge qui ne vit qu'à de grandes profondeurs et qui ressemble plutôt à un hydroïde ou Bryozoaire qu'à une éponge, a de caractéristique qu'elle est entièrement massive, absolument sans trace

1) E. Haeckel. Biologische Studien. II. Heft, 1877.
2) O. Schmidt. Archiv für microsc. Anatomie 1877, p. 260.

de canaux ou de cavités quelconque et par suite sans orifice buccal et sans pores. Et malgré cela chacun qui lira la description de M. Sars, sera convaincu qu'il a affaire à une vraie éponge. Moi aussi à la mer Blanche j'ai rencontré une Esperia avec des longs filaments en forme de racine qui s'anastomosant et formant un réseau revêtent les algues et d'autres corps. Dans toute leur longueur elles sont pourtant dépourvues non seulement de pores mais en général de canaux ou de cavité et ne sont composées que du «syncytium» avec les spicules.

C'est en m'appuyant sur ces faits que je ne puis être de l'avis de M. E. Haeckel que pour être une éponge l'organisme doit avoir non seulement des spicules mais encore des pores. C'est pour cette raison que je range sans hésiter ma *Wagnerella borealis* parmi les vraies éponges, sans avoir pourtant pu prouver en elle l'existence de pores.

Quant aux spicules de la Wagnerella nous l'avons vu, et il est inutile je l'espère d'appuyer sur ce fait, que ces spicules ne peuvent en aucune manière être considerées comme étrangères à l'organisme, comme empruntées à une autre éponge quelconque (d'ailleurs la mer Blanche n'a pas d'éponges pourvues de spicules qui ressemblassent à celles de Wagnerella) qu'au contraire on est amené à admettre que ces spicules sont produites par l'éponge même.

Il est donc évident que Wagnerella appartient aux éponges calcaires, notamment à la famille Ascones. Quant au genre je trouve que le système de M. Haeckel fondé exclusivement sur les spicules est quelquefois trop artificiel et le sera surtout avec le temps. Ce système est fondé principalement sur le fait que la forme de l'éponge est un caractère trop variable et inconstant pour pouvoir servir de base à un système. Quoique en général ce soit vrai, nous connaissons toutefois parmi les éponges assez d'exceptions où la forme acquiert une si grande constance qu'elle peut être employée non seulement pour caractériser une espèce, mais encore a souvent conduit à former des genres à part, comme par exemple la Cladorhiza, Hyalonema, Cometella, Bursalina etc. Il en est de même avec notre Wagnerella dont l'extrême petitesse, la tête ronde en forme de globule, soutenue par un long pédoncule renflé en cône à sa base, tout ceci est à un haut degrè constant et par suite suffisant pour s'y appuyer en établissant un genre à part; le peu d'espèces du genre Ascyssa auquel l'animal devrait autrement appartenir sont tellement peu pareilles à Wagnerella que partout ailleurs on n'aurait pas hésité à former de cet organisme un genre à part.

M. Haeckel, qui a fondé ses genres sur différentes combinaisons de 3 espèces de spicules a, par cela même, restreint pour toujours le nombre des genres, car toutes les combinaisons possibles ont été employées par lui; mais, comme on le peut prévoir, il arrivera peut-être à trouver des Calcispongiaires tellement différentes des formes connues qu'il sera tout-à-fait artificiel de les ranger dans un des genres de M. Haeckel et que par suite il faudra tôt ou tard rompre les bornes tracées par M. Haeckel et fonder des genres non seulement sur les combinaisons des spicules, mais encore sur leurs forme, sur la forme du corps et sur d'autres caractères. C'est ce qui justement m'est arrivé.

Je propose de nommer ce genre, au habitus des Physemaria et muni seulement de simples spicules, *Wagnerella* en l'honneur du professeur Nicolas Wagner de St.-Pétersbourg, avec lequel j'ai fait mon voyage à la Mer Blanche. La diagnose du genre ainsi que de l'espèce sera donc ainsi constituée:

Wagnerella novum genus.

Eponges munies de simples longues spicules calcaires. Le corps à forme très constante consiste en une tête ou partie supérieure plus ou moins globuleuse et en un long et mince pédoncule qui supporte la première partie, et dont l'extrémité opposée est munie d'un élargissement en forme de cône au moyen duquel il adhère aux objets étrangers. Le Habitus rappelle celui des Physemaria (Haliphysema).

Wagnerella borealis nova species.

Tête régulièrement ronde en forme de boule placée sur un très long et mince pédoncule, le tout ne dépasse jamais 1,5 millimètre de longueur (souvent 0,5‴). Le cône du pédoncule aussi large que haut, le pédoncule d'une largeur uniforme dans toute sa longeur (quelquefois un peu plus large en haut). La longueur du pédoncule surpasse le diamètre de la tête de 5 à 10 fois. Toutes ces parties: la tête, le pédoncule et le cône ont une cavité à l'intérieure et toutes ces cavités communiquent librement entre elles; les parrois du corps sont composées d'une fine membrance organique avec des spicules.

Les spicules sont de deux genres, les une longues et excessivement fines, amincies aux deux bouts, ornent la tête, dans la surface de laquelle elles sont implantées en sens radiaire et seulement par leur extremité; les autres, plus courtes et plus grosses, fusiformes, ordinairement recourbées en arc régulier, sont placées dans la tête ainsi que dans le pédoncule entièrement implantées dans la couche organique sans en ressortir du tout et disposées dans le pédoncule toutes sans exception horizontalement. Pas de grains de sable ou de n'importe quel autre objet étranger adhérant à la surface de l'éponge. Longueur moyenne des longues spicules 0,035 mm., longueur des plus courtes 0,01‴. *Localité*: Mer Blanche, environs des îles de Solowetzky près du monastère (2 brasses de profondeur) et près de Kem (7 brasses de profondeur), dans la Bay d'Onéga.

Je passerai maintenant à la description de l'organisation d'une autre éponge du genre Esperia appartenant au groupe des éponges siliceuses et formant une nouvelle espèce, que

je désignerai sous le nom *d'Esperia stolonifera* (Pl. I fig. 13—14, pl. III, fig. 4, 5, 12—18, 23—29).

Cette intéressante éponge atteint rarement une grande dimmension; elle ne dépasse pas ordinairement en diamètre 8, 10 ou 15 millimètres (pl. I, fig. 13). Mais quelquefois l'éponge atteint une dimmension de $1^1/_2$ Ctm. et plus et il m'est arrivé même de rencontrer une énorme colonie de forme irrégulière, mesurant près de 10 cent. de longueur (pl. I, fig. 14) fixée à un hydroïde (*Hydrallmania falcata*) qu'elle avait enveloppé en croissant; la fig. 14 de la pl. I représente seulement une partie de cette colonie. On ne peut mettre en doute que cette colonie soit composée d'un assez grand nombre d'individus qui se sont joints en croissant; on peut s'en convaincre en constatant qu'à presque chaque grand osculum correspond une portion de la colonie sous forme d'une élévation cônique; au sommet de la colonie les individus deviennent de plus en plus petits et en même temps leur lien s'amoindrit de plus en plus en faisant ressortir par là l'indépendance de chaque individu. La liaison s'est opérée sans doute par suite de ce que la surface de l'hydroïde sur lequel étaient fixés les embryons d'éponge devenant trops petite à mesure qu'ils acquéraient du développement ces embryons se trouvèrent de plus en plus pressés et finirent enfin par se confondre en une seule colonie. En ce cas il est clair qu'il ne pouvait pas y avoir de racines ou filaments latéraux.

Mais je le repète, à de rares exceptions près cette éponge affecte la forme de tout petits coussinets plus ou moins réguliers, quelquefois parfaitement ronds, quelquefois allongés, avec des ramifications en forme de racines qui de la périphérie du corps s'étendent dans tous les sens (pl. I, fig. 13).

C'est le plus fréquemment sous cette forme que l'éponge se rencontre fixée à différents objets marins et le plus souvent à des algues rouges (*Phyllophora interrupta*, *Delesseria sinuosa* et autres), quelquefois à une Ascidie très commune dans la mer Blanche — la jolie *Cynthia echinata*, plus rarement enfin on peut rencontrer notre éponge recouvrant les branches d'un Bryozoaire ou d'un Hydroïde. On peut presque toujours remarquer au milieu une assez grande ouverture ronde ou oscule au fond de laquelle apparaissent beaucoup de petits pores qui représentent les embouchures d'une quantité de petits canaux aboutissant à un plus grand canal central. L'orifice de l'osculum a environ 1 ou $1^1/_2$ mm de diamètre. Toute la surface du corps est parsemée de pores, petits, mais cependant fort bien visibles à l'oeil (pl. III, fig. 23) qui conduisent à l'intérieur de l'éponge, où, après avoir formé tout un système de ramification, ils vont s'ouvrir dans le canal principal. Ces pores sont disposés assez régulièrement et sont de proportions et de formes très variées, en commençant par de tout petits points d'une forme ronde régulière (pl. III, fig. 23) et en finissant par des enfoncements très visibles de forme tout-à-fait irrégulière et à bords inégaux. Ces derniers pores se rencontrent particulièrement dans les exemplaires plus agés.

Extérieurement l'éponge est hérissée de spicules, s'élevant verticalement à la surface et ressortant en faisceaux de 5 ou 6 entre les pores (pl. III, fig. 23) et particulièrement

aux endroits ou les intervalles entre les pores se croisent; ici le faisceau de spicules est revêtu à sa base de syncytium, formant un petit tubercule ou une legère élévation cônique.

La couleur jaune très clair de l'éponge est très constante. Les rameaux dont je parlerai plus loin ont également cette même couleur; ordinairement ces rameaux ne sont pas faciles à observer attendu que grâce à leur peu d'épaisseur et à leur transparence la couleur rouge des algues auquelles ils sont fixés passe au travers et les rend ainsi plus foncés que l'éponge elle même.

Ce qu'il y a de plus caractéristique dans cette éponge ce sont ses rameaux, minces et longs filaments qui s'étendent sur toute la feuille à laquelle est fixée l'éponge (pl. I, fig. 13). A leur base, près de l'éponge qui leur donne naissance, ces fils sont considérablement plus forts et plus larges qu'aux extrémités où ils déviennent fins et transparents; à mesure que ces rameaux ou racines s'éloignent de l'éponge ils deviennent de plus en plus fins et se subdivisent en un nombre de rameaux toujours croissant. Ordinairement ces ramifications sont très irrégulières, les rameaux se confondent et s'anastomosent entre eux en formant un réseau complexe et irrégulier avec de petits élargissements aux endroits où deux fils se croisent, élargissements qui d'ailleurs manquent quelquefois. Il arrive aussi, quoique rarement, de rencontrer des ramifications plus régulières. Du corps même de l'éponge se dresse un rameau central droit, épais et large. De ce rameau s'échappent des deux côtés d'autres rameaux plus déliés qui, à leur tour se ramifient assez régulièrement en rappelant les nervures d'une feuille. Ces rameaux ou racines en sortant de l'éponge continuent à se ramifier sur la feuille de l'algue jusqu'à ce qu'ils ne viennent à rencontrer de petits individus d'éponges garnis de réseaux semblables, avec lesquels alors ces rameaux se confondent. C'est ainsi que se forment les colonies d'éponges (pl. I fig. 13), reliées entre elles organiquement, dont chaque individu conserve d'ailleurs au suprême degré son individualité. Peut-être ces racines servent elles à la reproduction, peut-être là où plusieurs rameaux se rencontrent résulte-t-il un renflement, un tubercule qui en croissant devient un organisme mûr. On comprendrait alors comment se forment ces étranges colonies d'éponges reliées entre elles par de simples racines, pourquoi il manque des extrémités libres à ces rameaux ou racines, extrémités qui sans doute existeraient en supposant que chaque individu se soit développé séparément en poussant dans toutes les directions ses racines qui se seraient confondues ensuite avec celles des individus voisins. Je n'ai d'ailleurs pu faire d'observations spéciales pour éclaircir ce point.

Fig. 29 de la pl. III montre une portion augmentée de ce réseau de racines que je viens de décrire. Il est surtout à remarquer que le syncytium formant les rameaux ne porte aucune trace de canal ni de pores. On n'y voit que des cellules à nuléus et des spicules de deux sortes, les unes en forme d'ancre, les autres légèrement recourbées, pointues à l'une des extrémités, arrondies à l'autre et encore, on ne les trouve que dans les rameaux les plus épais; les rameaux plus fins ne portent, outre les nucléus ou cellules, que des spicules en forme d'ancre, d'ailleurs trés clairsemées, les spicules longues y manquant totalement; quant

aux fils les plus déliés il n'y a en eux aucune trace de spicules. Tout le fil n'est formé que de syncytium muni de cellules qui y sont disposées en deux rangées au plus. Il faut encore observer que la coupe optique des bords de ces fils présente une rangée d'élévations rondes ou plus souvent fusiformes qu'on peut considérer comme les noyaux de la couche entodermale extérieure (pl. III, fig. 29). Quand les cellules du syncytium se détachent du tissu ambiant elles affectent des mouvements amoeboïdes en étendant des lobes de différentes formes, d'où il faut conclure que les cellules elles mêmes ont la faculté de se mouvoir à la manière des amoebes.

J'ai rencontré une seule fois (îles Pessy, sur des algues rouges à une profondeur de 5 toises) 2 échantillons de cette éponge fixés l'un à côté de l'autre, garnis tous les deux d'oscules (pl. III fig. 24) longs et minces consistant en une couche fort peu épaisse de syncytium avec des spicules disposées dans les parois; il y a en outre des spicules qui ressortent à l'extérieur et qui donnent à l'osculum une apparence hérissée. La partie supérieure de l'osculum (pl. III fig. 25, 26, 27) est composée d'un petit tube cylindrique totalement dépourvu de spicules et portant un orifice à son extrémité; les parois de ce tube sont fort peu épaisses et très transparentes et sont composées de syncytium à cellules en forme d'étoiles contenant de gros nucléus ronds (pl. III fig. 28). Ces cellules ne formant qu'une couche unique sont régulièrement disposées dans la masse fondamentale entièrement incolore, transparente et privée de tous grains. En irritant l'orifice de l'oscule à l'aide d'une aiguille j'observai quelque temps après qu'il se rétrécit et enfin se ferma tout à fait (pl. III fig. 26, 27). Le petit tube du sommet reçut un étranglement dans sa partie supérieure (fig. 27 *a*) qui le divisa en deux parties inégales. Comme il fut impossible de remarquer quelque trace d'élément musculaire avant la contraction à l'endroit où cette dernière eut lieu, et comme il n'y avait que des éléments représentés par la fig. 27 il est évident que la contraction n'a pu avoir lieu qu'au moyen de cette matière privée de grains et incolore dans laquelle sont logées les cellules.

On trouve dans *l'Esperia stolonifera* des spicules de deux espèces. Les unes longues, cylindriques ont l'un des bouts arrondi l'autre en pointe aigüe (pl. III fig. 12—18). Celles-ci sont toujours plus ou moins recourbées en arc par le milieu ou bien dans le tiers supérieur (fig. 12, 13). Le degré de la courbure peut varier quoique assez peu. Les deux formes que montrent les figures 13 et 15 représentent les deux types différents: l'un plus court, l'autre plus long, la largeur ne variant guère. Ordinairement le bout supérieur est simplement arrondi, et ce n'est que rarement, comme exception, qu'on en rencontre qui aient des appendices quelconques; c'est ainsi que la fig. 18 nous présente une spicule garnie d'une pointe aigüe partant du côté et dirigée de haut en bas. La figure 18 nous en montre une autre avec la pointe dirigée en haut. Il arrive quelquefois (fig. 14) que le bout se sépare en forme de tête du reste de la spicule par un petit rétrécissement. Le bout inférieur se termine toujours en pointe, ordinairement par degré, quelquefois assez rapidement (fig. 15, 17). Il est encore un cas que je considère comme

anomalie où les deux bouts de la spicule sont également arrondis et ne se distinguent en rien (fig. 16).

Ordinairement la largeur de la spicule n'est pas uniforme dans toute son étendue et alors c'est au premier tiers que revient la partie la plus large. Je citerai enfin comme anomalie une forme de spicule représentée pl. III fig. 19 où la partie supérieure, non loin du bout de la spicule, porte un renflement ovoïde. Quant à la longueur et la largeur de cette espèce de spicules ont pourra en juger d'après la petite tabelle qui suit:

Longueur des spicules.	Largeur des spicules.
0,132 mm.	0,0075 mm.
0,195 »	0,0081 »
0,195 »	0,0066 »
0,195 »	0,006 »

Les spicules de ce genre sont disposées par faisceaux et se retiennent entre elles par une certaine quantité de substance cornaire. Ces faisceaux s'entrelient d'une manière très regulière en formant des alvéoles quadrangulaires et saillissent à l'extérieur sous forme d'une huppe (pl. III fig. 23). L'ensemble de ces huppes donne à la surface une apparence veloutée et mate.

Outre ces spicules longues et cylindriques notre éponge en posséde encore une autre espèce présentant une apparence d'ancre, bien connues et décrites pour un grand nombre d'espèces de ce genre. Comme elles n'ont rien de caractéristique pour *Esperia stolonifera* je ne m'étendrai pas d'avantage sur ce point en renvoyant le lecteur à la planche III fig. 4 et 5 dont la première représente une spicule en profil et la seconde la représente en face. J'observerai seulement qu'il m'est arrivé de trouver à ce genre de spicules qui se rencontre dans l'éponge en assez grand nombre les dimensions les plus différentes à commencer par les plus petites, difficiles à étudier même fortement augmentées (près de 0,018 mm.) jusqu'à d'assez grandes qui présentaient une longueur de 0,036 mm. Il m'est arrivé d'en rencontrer qui étaient disposées en nids, réunies en cercle, ainsi que l'ont aussi observé Bowerbank, Oscar Schmidt et d'autres.

Comme les racines de cette éponge sont parfaitement massives et privées de tout canal et de pores on pourrait se demander comment se fait la nutrition de ces organes. La substance alimentaire procurée et digérée par le corps en forme de coussinet donnant naissance aux racines ne saurait servir à leur nutrition, puisqu'il y a absence complète de canal par lequel les aliments aient pu pénétrer jusqu'à eux. Il serait pareillement difficile de supposer que la transmission des aliments se produise à l'aide du syncytium non pas par un canal, mais de cellule en cellule, vu la longueur considérable des fils en question. Cette supposition devient même impossible si on prend en considération que la *Cladorhiza abyssicola* ne possède aucune cavité; or les racines *d'Esperia stolonifera* et l'éponge citée plus haut

présentent évidemment un grand degré d'affinité, par conséquent ils doivent se nourrir de la même manière. Il ne reste donc qu'une seule supposition possible: admettre que la *Cladorhiza abyssicola* aussi bien que les racines *d'Esperia stolonifera* se nourrissent sans l'aide d'entoderme ni de canaux, immédiatement par la couche extérieure du syncytium. Mais comme ni *Sars* dans Cladorhiza, ni moi dans Esperia n'avons pu observer à la surface ou à l'intérieur du syncytium quelque corps étranger, qui évidemment eût pu y pénétrer, en supposant que l'éponge se nourrit de particules fermes, il ne reste qu'une seule supposition admissible concernant le mode de nutrition que celle-ci a lieu par l'absorbtion au moyen de la surface de l'éponge de différentes substances nutritives surtout organiques *dissoutes* dans l'eau de mer.

III.

De la structure et surtout du système glandulaire d'une nouvelle Halisarca.

Pl. I, fig. 1—6, Pl. II, fig. 9—15.

Des éponges très intéressantes comprises dans la famille Halisarcinae se distinguent par l'absence complète de spicules et par une consistance molle et gélatineuse. Jusqu'à ces derniers temps il n'y avait de connu qu'un seul genre, ne renfermant, comme l'a démontré Frantz Eilhard Schultze, que deux éspèces: *H. lobularis* et *H. Dujardinii*. J'ai pu découvrir dans la mer Blanche encore une troizième espèce que j'ai nommée *Halisarca F. Schultzii* en l'honneur du célèbre explorateur allemand F. E. Schultze. Je passerai donc à la description de la nouvelle espèce.

C'est une des éponges se rencontrant le plus ordinairement dans la mer Blanche, surtout près des îles Solovetsk où on peut la trouver à des profondeurs peu considérables (de 1 à 5 brasses) en quantités innombrables. Il est littéralement impossible de retirer de l'eau près de l'île Pesja Louda (près du monastère) et entre celle-ci et les îles *Zajatchji* une seule algue sans qu'elle soit recouverte d'une masse de ces éponges. Le plus souvent cette éponge se trouve sur les *Phyllophora interrupta*, *Delesseria sinuosa* et *Ptilota plumosa*; mais on la trouve aussi fréquemment sur les ascidies, plus rarement sur des Balanes et une fois même il m'est arrivé de la rencontrer sur le dos d'un gros crabe. Elle ressemble lorsqu'on la voit sur ces êtres à de petits coussinets ayant en diamètre ordinairement $^1/_2$ centimètre (Pl. I, fig. 1). Leur forme est ronde, allongée, ovoïde ou ovale, mais presque toujours elles ont des bords réguliers et arrondis et sans lobes. Leur surface est bombée, tout-à-fait unie, sans aucune saillie et fortement visqueuse. Sur les algues marines rouges j'ai toujours

trouvé les organismes ci-dessus dépeints, séparés les uns des autres, d'une forme régulière et leur grandeur, insignifiante alors, ne dépassant ordinairement pas 1 centimètre.

Mais sur les ascidies il m'est arrivé de voir des individus beaucoup plus grands et groupés les uns auprès des autres, quelquefois en grandes colonies (Pl. I, fig. 1 et 5); en semblable cas leur forme est moins régulière et moins arrondie; de temps en temps il apparaît même à leur surface des saillies courtes, larges et rondes et des enfoncements. On peut dire en général que plus l'éponge est petite et que, par conséquent, plus elle est jeune, plus sa forme est élémentaire et se rapproche du globe parfait. Il m'est arrivé de trouver sur des ascidies un groupe colossal composé de quatre ou cinq individus ayant un diamètre d'environ $2^1/_2$ centimètres (Pl. I, fig. 5).

Quant à la couleur elle varie peu, restant ordinairement jaune clair avec un reflet tirant sur le brun; par suite d'une plus grande transparence de leur corps, les plus jeunes individus semblent beaucoup plus foncés que les adultes lorsqu'ils sont placés sur des algues d'un rouge foncé comme par exemple la *Phyllophora interrupta.*

Mais il arrive quelquefois aussi que la couleur jaune est plus vive, ainsi j'ai trouvé une fois sur une ascidie un groupe entier jaune-orange vif (Pl. I, fig. 4); cette variété peut être appelée *varietas ochrea.* Une autre fois j'ai observé, également sur une ascidie, un énorme groupe de ces mêmes éponges pressées le long du tube de l'ascidie jusqu'à l'orifice buccal (pl. I, fig. 5); elles étaient d'une couleur violette, très prononcée dans les parties tournées vers l'orifice du tube et qui en étaient le plus rapprochées, tandis que les individus plus éloignés n'étaient que légèrement colorés; enfin d'autres individus qui ne sont pas figurés sur le dessin étaient entièrement privées de cette coloration violette et avaient comme toujours leur couleur jaune-clair. Cette coloration locale me fut expliquée lorsque j'examinai l'éponge violette au microscope. Je découvris qu'à l'intérieur de l'organisme, dans le tissu même, il y avait une énorme quantité de petites diatomées (pl. II, fig. 15 *a* et *b*), contenant une matière brune à laquelle j'attribuai la couleur foncée de la partie des éponges[1]); j'ai d'abord cru que ces diatomées servaient de nourriture aux éponges, mais j'ai bien vite compris que c'était justement le contraire qui avait lieu et que c'est bien plutôt l'éponge qui sert d'aliment à la diatomée qui vivrait ainsi en parasite. En effet, la matière brune de la diatomée, nommée diatomine, est la meilleure preuve que la vie habite ces petits êtres cuirassés; si l'éponge s'en nourrissait, sa coloration par la diatomine ne pourrait avoir lieu puisque cette substance serait décomposée aussitôt après son absorption. Si on admet que l'éponge n'ait pas eu le temps de digérer sa nourriture et que les diatomées vivantes doivent bientôt cesser de l'être, il faudrait s'attendre à trouver à côté des vivantes une foule d'autres diatomées mortes et déjà privées de leur contenu, et c'est ce que je n'ai jamais observé: je n'ai jamais rencontré que des diatomées en vie. La *Halisarca*

1) Cette diatomacée, selon toute probabilité, doit appartenir au genre *Navicula*; quant à l'espèce je n'ai pas pu la définir.

F. Schultzii est caractérisée entre autres choses par un osculum en forme de tuyau. Cette particularité distingue l'éponge *Halisarca F. Schultzii* de l'éponge *Halisarca Dujardinii*[1]); cette dernière, d'après les observations remarquablement exactes et minutieuses de F. Schultze, étant privée d'osculum; pourtant en beaucoup de points, comme, par exemple l'aspect qui leur est propre à toute deux, leur consistance molle et gélatineuse, leur couleur, elles se ressemblent excessivement; d'un autre côté la *Halisarca* de la mer Blanche se rapproche de *Halisarca lobularis*[2]) qui a aussi un osculum en forme de tube; il est vrai que sous tous les autres rapports ces deux éponges diffèrent essentiellement.

Chaque exemplaire a un osculum; les plus grands, ceux vivant sur des ascidies, en ont deux, et quelquefois plus, de la forme d'un tube cylindrique d'environ 0,8 millimètres; cette longueur varie et peut rester au-dessous du chiffre donné, comme aussi le dépasser. Un des osculums, enlevé du groupe figuré sur la planche I fig. 5, est représenté pl. III fig. 40. Comme on le voit, l'osculum consiste en un tube court et large avec une grande ouverture ronde à la partie supérieure. Les parois du tube sont minces, transparents et formés d'une couche de syncytium recouverte elle-même, en guise de couche supérieure, de petits corpuscules dont je parlerai plus loin; ces corpuscules peuvent être aperçus déjà sous un faible grossissement et c'est après les avoir examinés ainsi que j'en ai fait le dessin 40 représentant un des oscules de la colonie que j'ai figurée sur la pl. I, fig. 5. Comme on peut bien le voir l'oscule consiste en un large et court tuyau avec une grande ouverture à l'extrémité. Les parois du tuyau sont minces, passablement transparents et consistent en syncytium recouvert d'une couche de petits corpuscules fort remarquables dont je vais encore parler plus bas; ces corpuscules sous un faible grossissement sous lequel la fig. 40 est faite ne se font voir que sous forme de petits points.

La circonstance la plus caractéristique c'est que les bords des ouverture placées à l'extrémité du tube sont découpés en quatre lobes arrondis dont l'un est un peu plus long et en même temps un peu plus étroit que les autres; il me paraît que ces proportions sont toujours les mêmes, quoique, cependant, la difficulté d'observation ne me permette pas d'affirmer la chose positivement. Le fait est que l'osculum lorsqu'il est excité montre une assez grande irratibilité; il se contracte et change de forme; sa forme change même entièrememt lorsqu'on le sépare de l'éponge, ce qui, du reste est indispensable pour en faire l'étude détaillée, et il se contracte au point qu'il est parfois impossible de deviner quelle fut sa forme première. En tout cas, il est très intéréssant de rencontrer dans cette éponge des antimères, ou une disposition radiaire des lobes, très rare parmi les animaux de cette

1) Franz Eilhard Schultze. Untersuchungen über den Bau und die Entwicklung der Spongien. II Die Gattung Halisarca. Zeitschr. f. wiss. Zoologie Bd. XXVIII Heft 1 u 2 1877 p. 36, Taf. I, Fig 5 A.

2) l. c. p. 10, Taf I, Fig. 6, 7, Taf II, Fig. 9.

classe[1]); je n'ai observé, cependant, que dans les grands individus, un osculum de semblable conformation; celui des plus jeunes se compose d'un tube comparativement plus étroit et plus long, incolore et transparent, avec une simple ouverture ronde à son éxtrémité, sans trace de lobes; un semblable osculum ne sort jamais de la partie supérieure du corps, mais toujours du côté, ainsi que cela est figuré sur la pl. I, fig. 2 où il est représenté un exemplaire ovale de l'éponge attachée à l'algue rouge *Phyllophora interrupta*, et ayant un osculum des plus developpés, d'environ 1,5 mm. de longueur. Des semblables osculums, seulement un peu plus courts, se rencontrent les plus souvent parmi les individus attachés aux algues rouges (pl. I, fig. 1).

La surface de l'éponge est unie, égale et conglutinée par la présence d'une matière visqueuse et transparente; on y peut apercevoir à l'oeil nu des taches ou points de couleur foncée, régulièrement disposés. De plus, comme la couche supérieure de l'éponge est transparente, on peut apercevoir au travers, sous forme de granules et de lignes d'un blanc jaunâtre opaque, les canaux de l'appareil gastrovasculaire, qui sont formés de cellules rondes et peu transparentes. En les examinant à une forte loupe, les points ou taches prennent l'apparence de petits aires grisâtres à bords très dentelés, et entre lesquels sont dispersés de petits pores ronds, semblables à des taches grisâtres et inégalement disséminées (pl. I, fig. 6); ces pores servent à l'écoulement de l'eau à l'intérieur de l'organisme. Quant aux petits espaces, je dois avouer que leur usage m'est resté inexpliquable; peut-être sont-ce de simples enfoncements de la surface du corps.

La consistance de l'éponge est gélatineuse de manière qu'il est impossible d'enlever sur une éponge fraîche une tranche assez mince pour pourvoir en examiner minutieusement la structure intérieure. Si on la frotte un peu et qu'on l'écrase entre les doigts, l'éponge se transformera en une goutte de viscosité. Cette propriété empêche qu'il soit possible de la placer sous le verrelet couvre-objet. En général on ne peut mieux la comparer qu'à la masse gélatineuse d'une cloche de méduse, par exemple à la Bougainvillia. Ayant découpé l'osculum d'une des éponges réprésentées sur la pl. I, fig. 2 il m'arriva fortuitement de le placer sous le verrelet couvre-objet de façon à ce que, tout en y étant pressé de tous les côtés, il se trouvât dans une position verticale. Sous un verre assez faible (Hartnack № 4) j'ai pu voir un tableau intéressant (pl. II, fig. 10): il était impossible de distinguer les parois du tube ni ses lobes; ils étaient fortement pressés et formaient une masse compacte à plis irréguliers et peu distincts; cette masse était composée de syncytium granuleux dont les nucleus (ainsi qu'une autre espèce de petits corpuscules dont je parlerai plus loin) ressemblaient à des points ou à de petits ronds. L'ouverture, ou canal de l'oscule n'était pas visible, étant recouverte par les lobes et les parois du tube. On distinguait très

1) Dans *Osculina polystomella* O. S. on peut aussi observer des antimères en forme de lobes à l'extrémité de l'osculum; v. O. Schmidt, Drittes Supplement der Adriatischen Spongien 1868, Taf. I, Fig. 6, 7.

nettement au milieu de cette masse (fig. 10 *a*) un anneau plus clair (fig. 10 *b*), formant très-probablement l'extremité inférieure de l'osculum et conduisant directement à l'intérieur du corps. Sous une augmentation même assez faible, cet anneau tranche fortement sur le tissu qui l'entoure; il apparaît legèrement strié de cercles concentriques qui n'ont pas partout la même netteté; là, où il est encore recouvert de plusieurs couches de syncytium, il est évident que les cercles ne peuvent plus être aussi distincts. Outre ces stries, mais moins nettes et moins marquées, on voit quelquefois des stries radiaires qui, sous la forme d'un faisceau de lignes assez confuses, partent en partie de l'intérieur du cercle, en partie de la périphérie. Si on admet que cet anneau translucide, strié et concentrique, soit quelque chose dans le genre d'un muscle sphyncter, il peut bien se faire que ces stries radiaires soient le résultat de fibres musculaires allant de l'anneau le long des parois de l'osculum, et servant, non pas à le rendre plus étroit, mais à le raccourcir. Le manque de netteté pourtant nous réduit à supposer que les lignes radiaires peuvent aussi n'être autre chose que le résultat de la contraction de l'osculum ou de ses plis. Il en est tout autrement de l'anneau; il est si visible, il se distingue si bien par sa transparence, ses stries, son absence de granules, que pour moi, du moins, sa qualité de sphyncter composé de fibres musculaires peu développées, ne peut être révoquée en doute. Ma conviction est fondée surtout sur la fig. 11 de la pl. II qui ne représente rien autre chose qu'un morceau de l'anneau dont nous nous occupons, dans une de ses parties les plus distinctes, fortement grossie, et nullement recouverte de syncytium.

Ce fragment d'anneau a été dessiné par moi avec tout le soin, toute l'impartialité dont je suis capable. A l'intérieur comme à l'extérieur de l'anneau on aperçoit le tissu de l'éponge formé de syncytium avec des cellules différentes de forme et de volume et granuleux. L'anneau lui-même n'est pas granuleux et se distingue nettement du syncytium environnant; grossi comme il l'est maintenant, il apparaît clairement fibreux. Quelquefois on peut suivre sur une assez grande étendue une fibre séparée dont les deux contours ressortent nettement; mais le plus souvent les fibres, appuyées les unes aux autres, sont si déliées, si ténues, qu'il est impossible de les distinguer et de définir leurs limites. Dans l'anneau, presque totalement non granuleux, on remarque de temps en temps des granules dispersées en faible quantité et qui lui sont sans aucun doute tout-à-fait étrangères. Certainement, pour mieux se convaincre, il aurait fallu effiler l'anneau, après avoir agi avec des réactifs pour obtenir les fibres séparées; mais la petitesse du sujet d'un côté, la difficulté de replacer l'osculum dans la position qui ne m'avait réussi qu'une fois et tout-à-fait par hazard d'un autre côté, ne m'ont pas permis de faire cette expérience. Du reste, la figure 11 dessinée d'après nature avec le plus grand soin pour rendre avec justesse le tableau que j'avais sous les yeux, ne laisse aucun doute quant à la présence des fibres. Une fois prouvé que les fibres existent, et se trouvent dans un osculum très contractile, il est impossible de ne pas reconnaître que ces fibres sont musculaires et que, par conséquent, la *Halisarca F. Schultzii* possède un système musculaire. La présence de fibres dans la famille *Suberiti-*

dinae, par exemple dans le genre *Tethya*, est connue depuis longtemps et O. Schmidt les tient pour fibres musculaires; moi-même, avec une netteté qui ne laisse rien de mieux à désirer, j'en ai vu dans mon éponge *Rinalda artica*[1]); mais dans un organisme tel que la *Halisarca* et qui, de plus, a été déjà minutieusement étudié par F. Schultze, il était difficile de s'attendre à rencontrer un organe aussi compliqué et aussi différencier. Mais l'espèce de la mer Blanche, comme nous le verrons tout de suite, possède encore un système d'organes que probablement personne ne s'attendait à y trouver et qui, ajouté à beaucoup d'autres faits, prouve que le genre *Halisarca* ne doit nullement être rangé, malgré l'absence de spicules, parmi les éponges les plus simples, et ne peut pas être regardé comme la forme primitive de laquelle descendraient toutes les autres éponges.

Maintenant je parlerai particulièrement de ces petits corpuscules qui se trouvent en grand nombre à la surface de l'éponge et y forment toute une couche superficielle. Si on enlève une mince découpure, ou, ce qui est plus commode encore, si l'on examine l'un des bords du corps, par exemple le bord de l'osculum, de manière à ce qu'on aperçoive une section optique, transversale à la surface, on peut voir alors la structure dessinée sur la pl. II, fig. 9. Ce dessin est la reproduction exacte de ce que montrait la section optique lorsque je plaçai sous le microscope le bord d'un des lobes de l'osculum d'une éponge adulte (Hartnack, système № 9). On voit, du côté gauche du dessin (pl. II, fig. 9 *e*) le syncytium finement granuleux et avec des cellules dont il faut distinguer deux espèces: les unes (fig. 9 *g*) allongées en fuseau, les autres (fig. 9 *h*, *f*) arrondies ou étoilées dont il sort de petits prolongements formés par des granules. Tout-à-fait au bord et en un seul rang, du moins la section optique le fait paraître ainsi, mais en réalité dans tout une couche, sont disposés de petits corpuscules d'une espèce particulière, de forme ronde ou ovale, avec une extrémité arrondie et tournée vers l'intérieur (fig. 9 *b*), tandis que l'extrémité opposée est pointue et se termine par un long fil (pl. II, fig. 9 *c*). La surface entière de l'éponge est recouverte d'une membrane mince et indiquée par deux contours très tranchés (fig 9 *a*) Les longs prolongements ou cols dont nous avons parlé plus haut viennent se terminer à l'intérieur de la membrane où ils s'unissent à elles, formant à leur jonction un élargissement de peu d'importance mais cependant très visible. Le fil, s'il n'est pas égal à la longueur du corps, ou bien la dépasse d'un peu, ou bien ne l'atteint pas tout-à-fait. Le corpuscule lui même a en longueur près de 0,006 mm. et sa largeur, un peu moindre, est d'environ 0,005 mm. Le corpuscule ainsi que son fil ou col a des contours très arrêtés; mais je n'ai pas pu trouver de membrane même après l'action de l'alcool; son contenu n'est pas très transparent et est formé de granules ressemblant à celles qui remplissent les nucléus et les cellules du syncytium avec lequel ces petits corpuscules ont en général une grande ressemblance, comme

1) Quant à la *Rinalda artica*, j'ai pu me convaincre que ces fibres ne sont point musculaires, mais plutôt d'une nature cornée; il est plus que probable que la soit disant couche musculaire du genre *Tethya* est identique avec celle de *Rinalda*.

par exemple sous le rapport de la lumière qu'ils réfractent tous deux de la même manière. L'extrémité postérieure et arrondie du corpuscule semble, pour ainsi dire, être enfoncée dans le syncytium granuleux, il s'en distingue pourtant très franchement et on peut clairement constater l'absence complète de fibres de quelque nature que ce soit, et même de simples prolongements qui uniraient le corpuscule aux cellules du syncytium.

Sous une augmentation plus faible la surface de l'éponge apparaît avec une éclatante netteté formée d'un épiderme ou d'une couche de cellules d'un contenu peu distinct, avec des cloisons en long très marquées et un gros nucleus très visible disposé dans les profondeurs mêmes des cellules; mais sous une augmentation plus forte il arrive toujours que ce qui paraissait être une cloison n'est en réalité que ce fil ou col par lequel se termine chacun des corpuscules, et que, par conséquent, chaque cloison est unie avec ce qui paraissait être le nucleus et qui n'est rien autre chose que le corpuscule lui-même. Ainsi il n'y a ici aucun épiderme ou couche particulière de cellules extérieures.

Les petits corpuscules ne sont pas disposés régulièrement; ils sont quelquefois un peu plus haut, quelquefois un peu plus bas, ou bien tout droit et verticalement par rapport à la surface extérieure ou membrane; les corpuscules se trouvent aussi d'autres fois quelque peu de travers et c'est pour cela que le fil est quelquefois un peu plus long; mais en tout cas, entre les corpuscules et la membrane extérieure il reste un espace plus clair, non granuleux, dépourvu de syncytium et à travers lequel passent les fils ou cols (pl. II, fig. 9 *d*); on n'y trouve que très rarement quelques grains et il pourrait même se faire que ces grains n'aient été introduits là que par hasard.

Ces corpuscules ou glandes, comme je puis maintenant les appeler, peuvent facilement être constatées sur toute la surface de l'osculum à cause de sa grande transparence; il ne faut que rapprocher un peu le foyer du microscope de manière à ce que ce ne soit plus la section optique, mais la surface qui soit visible; alors les petits corpuscules apparaissent très brillants, mais moins régulièrement disposés à cause de la pression exercée sur eux par le verrelet couvre-objet.

Comme on le voit par la description de sa couche supérieure, la *Halisarca* de la mer Blanche diffère essentiellement des deux autres espèces décrites si minutieusement par M. Frantz Schultze qui a pu constater la présence d'une couche particulière de cellules souvent mal déterminées, formant ce qu'il appelle l'ectoderme, ainsi qu'il l'avait fait déjà auparavant pour certaines éponges calcaires. Si on appelle ectoderme la couche des tissus extérieurs, il faudra considérer dans la *Halisarca* de la mer Blanche le syncytium comme ectoderme, car cette éponge est entièrement dépourvue de couche épidermique.

C'est sur cette conformation de l'éponge de la mer Blanche que j'ai particulièrement basé ma nouvelle espèce, ce qui est, du reste, confirmé par la présence d'un osculum en forme de tube et d'élements musculaires. Une circonstance particulière, c'est qu'on trouve disposés dans l'épiderme de beaucoup de vers de petits corps tout-à-fait semblables; ils y jouent aussi le rôle d'organes de sécrétion, de glandes unicellulaires.

Quelle fonction doit on assigner à ces petits corps à forme de bouteille; quel rôle jouent-ils? Pour moi, il me paraît certain qu'à cause de leur grande ressemblance avec des corps analogues qui se trouvent dans les vers, on ne peut leur attribuer aucune autre fonction que celle d'organes sécréteurs. Une semblable explication ne renferme en elle rien d'invraisemblable, et n'est contraire à aucun fait établi; loin de là, leur situation à la surface même du corps qui se trouve être très visqueuse, leur forme enfin, tout laisse à supposer que nous avons affaire à des glandes unicellulaires; la glande serait alors le petit corps lui-même tandis que le fil ou col qui vient s'unir à la membrane superficielle (pl. II, fig. 9 *a*) servirait de conduit évacuateur.

Que je n'aie pas vu de canal dans le fil ou col, ni d'ouverture correspondante dans la membrane extérieure, cela s'explique facilement par leur extrême petitesse, peut-être aussi à cause de la contractilité des éléments qui leur permetterait d'effacer le canal ainsi que l'ouverture, puis enfin par l'absence de réactif et mon inexpérience.

Enfin si on refuse d'admettre comme glandes ces corpuscules, d'un côté on se demande le rôle qu'ils peuvent jouer et quelle est leur fonction, et de l'autre côté, comment expliquer le suintement visqueux de l'éponge, et par quoi serait-il secreté? Ainsi, d'un côté voici des corpuscules rappelant excessivement les glandes, et d'un autre côté nous avons à trouver des glandes qui expliqueraient la présence d'une matière visqueuse à la surface de l'éponge; il est clair que la logique des faits veut que nous considérions les corpuscules en question comme étant les glandes cherchées.

Mais à cause d'une grande ressemblance, tant dans leur rapport à la lumière transcendante, que dans leur structure entre les corpuscules à forme de bouteille et les cellules du syncytium, il n'est pas douteux que les premiers se soient formés des seconds et que ces cellules à gros nucléus qui étaient prés de la surface aient reçu par voie de différenciation une fonction particulière à laquelle se rattache une particularité dans la conformation. Ainsi, outre le système musculaire, je puis constater dans la *Halisarca Schultzii* l'existence d'un autre système d'organes, d'un système *d'organes sécréteurs* ou *système glandulaire.*

Cependant à cause de la grande contractilité et de la grande sensibilité de l'éponge et particulièrement de l'osculum, je me permettrai de faire encore la supposition purement hypothétique que voici: Dans les êtres placés en bas de l'échelle animale, les sensations ne sont pas partagées en catégories si tranchées que dans les animaux supérieurs; ainsi les sens de l'ouïe et du toucher ne font pas éprouver deux sensations bien différentes l'une de l'autre, non plus que la lumière et la chaleur ne produisent deux impressions bien distinctes; donc le même organe peut servir à deux ou plusieurs fonctions séparées. En outre, dans les organismes aussi inférieurs que les éponges, tout le protoplasme des tissus doit être susceptible de percevoir des sensations; mais il est évident que la couche éxtérieure de l'éponge doit être plus particulièrement atteinte par les causes du dehors et qu'alors chaque modification extérieure doit produire une certaine sensation. Effectivement lorsqu'on retire la *Halisarca F. Schultzii* de l'eau, sa surface suinte plus abondamment la viscosité qui

la recouvre et les glandes, dont le travail augmente se modifient dans leur composition chimique; une pareille modification doit, d'une manière ou de l'autre, être ressentie. Ainsi grâce à sa fonction d'organe secréteur, le petit corps est on ne peut plus apte à augmenter l'irritabilité; il me paraît donc qu'on peut attribuer aux corpuscules à côté d'une action de secrétion, une action concourant à augmenter l'intensité de la sensation.

Quant aux canaux et à leur répartition dans les tissus, comme la consistance molle et gélatineuse de l'éponge ne permet pas d'en découper des tranches assez minces, cette question ne peut pas être résolue clairement d'après l'examen de sujets vivants, mais seulement, d'après l'examen d'exemplaires qu'un séjour dans l'alcool a rendu plus fermes. Je compte m'occuper de cette partie de l'organisation dans un prochain délai; maintenant je dirai que sur la découpure transversale la plus fine qu'on puisse faire au corps d'une jeune éponge et qui représente ordinairement un rond parfait, on aperçoit sous un faible grossissement des ouvertures rondes, régulièrement disposées, qui, tournant quelquefois sur la côte, vont s'ouvrir à la surface. Ce sont les canaux du système gastrovasculaire qu'on aperçoit en travers.

Sur une découpure plus fine, faite à une plus grande éponge, et sous un grossissement plus fort, on aperçoit les détails de conformation suivants: On voit un syncytium granuleux dans lequel sont enfoncées des cellules à nucléus très grands et granuleux aussi de différente forme, les unes fusiformes avec deux expansions granuleuses (pl. II, fig. 9 *g*), les autres (mais c'est le plus rarement) rondes et sans aucune expansion (fig. 9 *h*); les derniers enfin, sont ronds également mais avec beaucoup d'expansions dans tous les sens, ce qui leur donne l'air d'étoiles (pl. II, fig. 9 *f* et fig. 14 *a*). Le diamètre de ces cellules est habituellement de 0,006 mm. et par conséquent à peu près égal en grandeur aux petits corpuscules à forme de bouteille; mais ce qui est très caractéristique pour le syncytium, c'est que l'on y rencontre très souvent des groupes de cellules, formant quelquefois des amas d'environ 0,015 mm. de diamètre, quelquefois deux cellules étoilés seulement sont attachés par leurs expansions (pl. II, fig. 14 *b*), d'autres fois elles sont unis plus étroitement (fig. 14 *c*); il arrive que le groupe est composé de trois, quatre, dix — et même trente cellules formant ensemble des globules d'environ 0,015 mm. de diamètre. Dans ces globules les cellules extérieures (pl. II, fig. 14 *d*) ont les mêmes petits expansions granuleuses que les cellules étoilées séparées, et en général leur individualité paraît s'être entièrement conservée; elles ne se confondent pas en une seule masse.

Les canaux du système gastro-vasculaire, composés de petites cellules arrondies, sont disposés dans le syncytium; dans les grandes éponges les canaux se recourbent et se ramifient irrégulièrement; la largeur des canaux est ordinairement d'environ 0,045 mm.; je n'ai pas étudié de plus près leur répartition.

Dans le syncytium, entre les canaux irrégulièrement disposés, se trouvent des oeufs. L'oeuf (pl. II, fig. 12 et 13), plus ou moins rond (fig. 12 ov.), est toujours entouré d'un anneau composé de corpuscules semblables au cellules, séparés, allongés et disposés en sens

radiaire autour de l'oeuf (fig. 12 *c*); les contours de ces corpuscules sont peut distincts et se confondent les uns avec les autres. Ces petits corps sont transparents, incolores et leur contenu est entièrement dépourvu de granules. Ce sont très probablement les cellules de l'ectoderme qui ont été décrites récemment par F. E. Schultze pour d'autres *Halisarca*[1]), seulement celles-ci sont beaucoup plus développées et plus longues puisque Schultze dépeint les autres oomme étant très aplaties. Je n'ai jamais rencontré d'oeufs mûrs vu que leur diamètre, très insignifiant, n'était que de 0,036 mm. — 0,039 mm.; leur contenu est granuleux (fig. 13 *r*), et en outre on peut remarquer dans chacun d'eux, mais de côté et jamais au milieu, un espace clair qui correspond au nucléus (fig. 12); mais une fois il m'est arrivé de voir très distinctement, non seulement le nucléus lui-même, mais encore, à l'intérieur, et disposé excentriquement, un nucléolus et enfin dans la partie centrale de ce nucléolus j'ai vu très distinctement un petit nucléolulus rond (fig. 13 *nc*). — Voici tout ce que j'ai eu l'occasion d'observer d'intéressant dans cette éponge pendant le court espace de temps que j'ai pu consacrer à son étude.

Je veux encore pour conclusion toucher à quelques questions générales morphologiques et m'efforcer de réunir en une seule idée générale les faits particuliers et variés que présente la morphologie des éponges. Je tâcherai de démontrer quelles analogies et quelles différences existent entre la classe des éponges et la classe voisine des hydroïdes, que j'ai aussi eu l'occasion d'étudier; en un mot, en formant une idée générale de l'éponge, je veux trouver son rapport avec l'idée générale des hydroïdes, et de cette comparaison, la nature de l'éponge ressortira clairement et pourra être exprimée en peu de mots.

Avant tout, portons notre attention sur quelques analogies d'un côté, sur quelques différences de l'autre qui apparaissent lorsqu'on compare les éponges aux hydroïdes. Dans un article que j'ai publié dans les «Annals and magazine of Natural History»[2]), voici comment j'ai défini l'individualité des hydroïdes: On appelle individu, parmi les hydroïdes, toute cavité gastrale à un seul axe diplopôle, entourée de deux couches de tissus; l'ectoderme et l'entoderme, sans compter la couche musculaire. Me fondant sur une semblable manière de comprendre l'individualité dans les hydroïdes, et aussi sur plusieurs autres faits et considérations qui sont développés dans l'article ci-dessus mentionné, je considère chaque hydranthe ayant, par exemple, quatre tentacules, non pas comme étant un seul individu, mais comme étant une colonie polymorphe composée de cinq individus qui, cepen-

---

1) F. E. Schultze. Untersuchungen über den Bau und die Entwickelung der Spongien. Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie Bd. XXVIII 1877 p. 28, Taf. III, fig. 18.

2) C. Mereschkowsky. Studies on the Hydroida. Annals and magazine of Nat. History 1878, 5 Ser. vol. I, p. 250.

dant, vu la division du travail, sont approppriés à des fonctions différentes[1]) et, en même temps, ont perdu quelque peu de leur indépendance, car chaque individu est devenu le serviteur de toute la colonie, de toute la communauté. Une semblable colonie polymorphe peut être comparée aux colonies que nous présentent les Siphonophores, chez lesquelles, seulement, la division du travail, et par conséquent le polymorphisme, a atteint de plus grandes proportions. La même définition de l'individu, que j'ai donnée pour les hydroïdes, pourrait servir également pour les éponges[2]); par conséquent, chaque cavité gastrale à un seul axe diplopôle devra être considérée comme individu et autant il y a de ces axes, autant il y a d'individus[3]).

Après nous être éclaircis sur ce point nous pouvons poursuivre. Dans l'extrême jeunesse, pendant les premiers stades de son développement, l'anologie entre les hydroïdes et les éponges est complète; les oeufs, les morula, les blastulae et souvent même les gastrulae dans les deux classes d'animaux sont tout-à-fait semblables. Mais habituellement l'éponge ne s'arrête pas au point morphologique représenté par la gastrula, c'est à dire à un seul individu ayant plus ou moins la forme de sac uniaxe; ce stade en forme d'olynthus est très rare. Il en est de même des hydroïdes; dans les deux groupes l'individu primitif poursuit

---

1) Quatre individus, ou tentacules servent spécialement à défendre la colonie contre ses ennemis, et surtout à attraper sa nourriture, tandis qu'un individu, ou l'estomac, est adopté spécialement à la digestion de cette nourriture qui, sous forme de chylus part de là pour se rendre dans toute la colonie et par conséquent dans les individus-tentacules aussi.

2) Excepté pourtant l'intéressante forme *Cladorhiza* décrite par G. Sars dont j'ai fait mention plus d'une fois.

3) Cependant il ne faut pas prendre pour individu chaque tube uniaxe, chaque canal composé d'ectoderme et d'entoderme, car un semblable canal, ainsi qu'on le voit clairement en comparant les Ascons et les Leucons, n'est rien autre chose que le pore primitif qui traversait les parois de l'Olynthus et qui, a cause d'un grand developpement de ces parois dans la direction de l'épaisseur, c'est transformé en un canal plus ou moins long et même souvent ramifié. Du reste, dans ce derniers temps Mr. W. Saville Kent s'est exprimé au sujet de l'individualité dans la classe des éponges d'une manière très originale et que je crois pouvoir être juste (v. Annals and Magazine of Nat. Hist. ser. IV, vol. XX 1877 Novemb. p. 448). En parlant des *Physemaria* de M. Haeckel il exprime l'opinion que ce groupe d'organismes est composé de vraies éponges, de représentants inférieurs et les plus simples de cette classe. In this simplicity, dit-il ensuite, they are shown to closely correspond with a single spherical «ciliated chamber» or «ampullaceous sac» of certain of the more complex types.

D'après cette maniére de voir un vrai individu d'éponge serait une «chambre ciliée», rien q'une petite partie de ce qu'aujourd'hui nous sommes habitué à appeler individu. En acceptant cette manière de voir nous serions donc conduit à envisager, par exemple la fig. 15 pl. II, ou bien la fig. 16 de la pl. III dans l'article de F. Schultze (Zeitschr. für wissensch. Zoologie, vol. XXVIII, 1877) non comme un système gastrovasculaire, comme des canaux qui d'endroits en endroits s'élargissent en chambres ciliées sphériques, en un mot non comme des organes, mais comme des individus à forme sphérique réunis ensemble par une couche organique et communiquant au moyen de canaux. Une *Halisarca* entière, d'après ce point de vue, ne serait pas un seul individu, mais un amas immense composé de milliers de petits individus sphériques, pareils aux têtes rondes des Physemaria ou de *Wagnerella*. De même, la *Leucortis pulvinar* (et en général tous les Leucons et Sycons) ne serait pas un seul individu, mais une colonie composée d'innombrables individus.

La fig. 24, pl. V du travail de F. Schultze ci-dessus cité nous présenterait aussi dans ce cas toute une colonie, mais ici les individus auraient pris une forme cylindrique, quelquefois se ramifiant, à l'instar des tentacules d'un hydroïde. En général toute cette figure nous rapelle infiniment une *Clava*, *Coryne* ou quelque autre hydroïde dans ce genre. Du reste, je vais encore revenir à cette analogie.

plus loin son développement; il commence à se multiplier par bourgeonnement, et de telle sorte que les bourgeons ne se détachent pas de l'organisme mère mais lui restent attachés, formant avec lui un tout, une colonie. Ce mode de reproduction est commun aux éponges et aux hydroïdes et chez ces derniers, les bourgeons dont je parle ne sont rien autre chose que les tentacules. Ordinairement lorsque ce mode de reproduction avance, on constate une différence très importante entre les éponges et les hydroïdes; mais il arrive aussi que l'analogie la plus complète continue d'exister entre elles même dans ce stade de développement, qu'on pourrait appeler stade colonial. On observe ceci le mieux et le plus souvent dans les éponges calcaires, surtout dans quelques représentants de la famille des *Sicones* qui est tout entière composée d'éponges à colonies. Si nous portons notre attention sur des formes comme celle de la *Sycetta sagittifera*, *Sycaltis conifera* ou *Sycetta primitiva* H.[1]) et que nous comparons l'une de ces formes avec un hydroïde comme par exemple avec une *Syncoryne* ou avec la *Gemmaria implexa*[2]), leur analogie apparaîtra poussée au plus haut point.

En comparant les deux dessins de M. Haeckel et de M. Hincks on voit clairement la ressemblance entre les formes des éponges et des hydroïdes; on voit comment, de même que la *Sycetta primitiva* est une colonie, la *Gemmaria implexa* est de la même manière agencée en colonie, ainsi que j'ai tâché de le prouver dans l'article sur les hydroïdes, dont j'ai déjà parlé[3]). Mais il y a un cas d'analogie encore plus frappant et où il n'y a positivement plus aucune différence morphologique entre les deux classes. L'éponge présentant cette complète analogie avec l'hydroïde est la *Sycetta stauridia* H. que M. Haeckel a décrite dans sa monographie des Calcispongiaires[4]).

On voit que cette éponge est composée de cinq individus parfaitement semblables les uns aux autres; l'un d'eux, l'individu-mère, porte au milieu de son corps quatre individus-filles placés en croix et dont les axes sont verticales à l'axe principal. Si on compare cette éponge à un hydroïde quelconque ayant quatre individus-tentacules, l'analogie apparaîtra frappante et pourra encore servir à prouver que l'hydranthe avec ses quatre tentacules est véritablement une colonie, et que chaque tentacule est bien un individu. Dans l'éponge qui nous occupe, ainsi que cela est visible d'après le dessin de Haeckel, chacun des quatre individus latéraux a, tout comme l'individu-mère, une cavité s'ouvrant à son extrémité en une ouverture ronde, de manière que l'indépendance de ces 5 individus s'est conservée au même degré dans chacun d'eux; cela se comprend, car chaque individu-fille étant immobile ne peut saisir de proie comme le font les tentacules des hydroïdes; donc il n'a pu se produire de division du travail, ni la bouche n'a pas pu se fermer dans les individus des côtés qui sont restés d'aussi bons estomacs que l'individu-mère. Les tentacules des hydroïdes, au

1) E. Haeckel. Monographie der Kalkschwämme 1872 vol. III, pl. 41 fig. 1.

2) J. Hincks. British Hydroid Zoophytes 1868, vol. II, pl. IX, fig. 3, où cet hydroïde est appelé *Zanclea implexa*. Voir aussi Allman Monogr. of Tubul. Hydr.

3) Ann. Nat. Hist. 1878 ser. V, vol. I.

4) E. Haeckel. Mon. d. Kalkschw. vol. III, pl. 42, fig. 13—16, p. 245 (du vol. II).

contraire, n'absorbant pas directement la nourriture, et n'ayant pas à la digérer, ont perdu leur caractère de cavité gastrale, et leur orifice buccale restant sans usage s'est atrophié.

Enfin, je ne puis passer sous silence un autre cas tout aussi frappant d'analogie entre les hydroïdes et les éponges bien que, je l'avoue, l'analogie dans ce cas ne soit pas si évidente et si claire. Je veux parler de la *Halisarca Dujardinii* dont l'anatomie a été dernièrement si bien étudiée par F. E. Schultze dans les articles qu'il a publiés dans le Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie[1]). Si on fait attention aux figures 24 et 25 de la planche V de son mémoire, on verra une mince découpure transversale à la surface du corps à laquelle on peut remarquer que les canaux se dirigent en droite ligne à la surface sous forme de cylindres uniaxes et diplopôles, et que, dans tous les sens, sur toute leur étendue, ils donnent de petites protubérances cylindriques, ou tentacules, semblables au cylindre lui-même; quelquefois ces protubérances se ramifient comme cela se remarque également dans les tentacules de certains hydroïdes.

Toutes ces protubérances sont composées d'un entoderme et, en outre, sont entourées d'une couche épaisse d'ectoderme dans lequel elles sont comme submergées. Maintenant si on se représente quelques hydroïdes placés en une rangée, par exemple *Gemmaria implexa* ou même *Sycoryne* ou *Coryne*, et si l'on suppose que cette rangée soit submergée dans l'ectoderme, et qu'à travers cette rangée nous pratiquions une découpure transversale, nous aurions obtenu un tableau presque absolument semblable à celui dessiné par F. E. Schultze[2]). En réalité ces dessins nous rappellent excessivement par leur contours intérieurs quelqu'hydroïde dans le genre de la *Syncoryne*, mais qui seulement aurait l'ectoderme très développé en épaisseur, raison pour laquelle le tout se serait fondu en une masse donnant à l'éponge l'aspect d'une corps compacte. Toutes ces analogies, si saisissantes et si frappantes entre les éponges et les hydroïdes sont cependant des apparitions exceptionnelles qui ne sont pas fréquentes; comme je l'ai déjà dit, il arrive ordinairement qu'aussitôt après la formation de l'individu primitif il se manifeste dans la marche du développement de l'éponge et de l'hydroïde des distinctions dont dépend toute la différence ultérieure morphologique de ces deux classes d'êtres. Comme on sait, l'éponge se présente ordinairement sous l'aspect d'une masse informe, ou pour mieux dire multiforme et compacte et dans le fait chaque éponge peut être considérée comme formée d'une colonie d'un grand nombre d'individus apparaissant par voie de bourgeonnement de l'individu-mère ou de l'individu-embryon. L'organisation de la Halisarca dans ses traits généraux peut être entièrement rapportée à celle de toutes les autres éponges, avec cette différence, seulement, qu'on est loin d'y voir toujours la même régularité relativement assez grande, dans la disposition des parties; la plupart du temps cette disposition est si irrégulière, si confuse, qu'on est très embarrassé pour se faire une idée claire de la structure anatomique de l'éponge; ceci explique notre

1) F. E. Schultze. Z. f. w. Zoologie Bd. XXVIII 1. u. 2. Heft, 1877.

2) l. c. fig. 24, pl. V.

ignorance, parfois complète, de l'organisation du système gastrovasculaire. Mais quoiqu'il en soit, chaque éponge provient d'un individu primitif régulier et symétrique, par voie de bourgeonnement de cet individu, c'est à dire, par la formation d'une colonie s'effectuant par la même voie que la formation de colonies dans les hydroïdes; mais en même temps ou remarque les importantes différences suivantes:

1) dans les hydroïdes, lorsqu'il commence à se former une colonie de la forme embryonnaire rappelant l'hydroïde primitif ou *l'Archhydra* Haeck., c'est à dire, quand il apparait à la surface de cette dernière de nouveaux individus ou tentacules, comme nous continuerons à les appeller, ces nouveaux individus s'attachent à l'individu-mère, non pas au hasard, mais d'après une loi rigoureuse et précisément de manière que l'apparition de chaque tentacule appelle l'apparition d'un autre tentacule identique, placé en face du premier; en un mot il apparait toujours simultanément deux tentacules et jamais moins, disposés d'une manière symmmétrique; après cette paire il peut en apparaître plusieurs autres, mais de telle sorte que leur nombre puisse toujours s'exprimer par la formule $2 \times n$, c'est à dire qu'il soient toujours paires. Tous ces tentacules s'attachent régulièrement autour de l'axe ou de l'individu principal, en même temps que chaque paire de tentacules opposés forme un axe secondaire; cette loi est remarquablement constante parmi les hydroïdes. Pourtant dans les éponges, à part les quelques exceptions dont nous avons déjà parlé (particulièrement la *Sycetta stauridia*) on ne remarque rien de semblable; ici, rien de régulier sous ce rapport, et l'apparition des bourgeons, c'est-à-dire de nouveaux individus, non plus que leur répartition sur l'organisme-mère n'est soumise à aucune loi; elle s'accomplit sans ordre et d'une façon tout-à-fait arbitraire. Cette différence est très sensible et contribue beaucoup à éclaircir les rapports existant entre les hydroïdes et les éponges. La seconde distinction n'est pas moins importante que la 1-ère. Elle consiste en ce que

2) dans les hydroïdes les nouveaux individus ou tentacules, au fur et à mesure de leur apparition sur l'organisme-mère s'étirent, en même temps que ce dernier, dans tous les sens, mais particulièrement en long, sans se rencontrer jamais ni s'unir, et forment ainsi une colonie ramifiée au milieu de laquelle chaque individu demeure distinct de ses voisins. Nous avons vu le pendant de ceci dans les éponges, par exemple dans la *Sycetta primitiva*, où une quantité de petites éponges-filles sont attachées à l'organisme-mère, mais chaque fille n'est nullement unie à sa voisine, elle est toujours clairement limitée et liée seulement par sa base à l'organisme-mère. Mais de semblables cas sont des plus rares et on peut dire qu'ils se rencontrent presque seulement dans les éponges calcaires qui ont, en général, peu de tendance à se fondre en masse compacte; la famille des Ascones, particulièrement, nous présente des exemples de ce genre. La plupart des éponges des colonies de la famille des Sycons sont entièrement semblables à la *Sycetta primitiva*, seulement leurs individus-filles ne sont pas indépendants; ils sont plus ou moins soudés par leurs parois, de manière que l'oeil n'aperçoit qu'un seul organisme à grosses parois. Mais outre ces exemples empruntés aux Ascons, dans une foule d'autres cas nous pouvons remarquer une

chose diamétralement opposée à ce qui a lieu pour les hydroïdes. Dans les éponges les bourgeons nouvellement formés, les individus-filles, ainsi que leurs rejetons à eux, ne s'étendent pas dans l'espace: ils sont unis par leur surface entre eux ainsi qu'avec l'organisme mère qui les a produits, et forment par là non pas de petits arbrisseaux déliés et très ramifiés rappelant la disposition régulière des fleurs, mais une masse lourde et informe qui est caractéristique pour la plupart des éponges.

Ainsi, l'hydroïde aussi bien que l'éponge, est une colonie composée d'une multitude d'individus qui se sont développés par le bourgeonnement de l'individu primitif; par conséquent, l'hydre aussi bien que l'éponge, est le produit de la multiplication de cet individu primitif; mais, tandis que l'hydroïde est une colonie polymorphe, s'épanouissant et s'étendant dans l'espace, composée d'individus complètement distincts et séparés, régulièrement disposés dans un ordre déterminé par une loi rigoureuse, l'éponge est formée d'une colonie d'individus dispersés irrégulièrement, sans aucune loi et fondus en une seule masse compacte.

Voilà, en quelques mots, les faits caractéristiques, quoique très généraux, des deux classes; il me semble qu'en lisant tout ce qui précède on peut se former une idée assez claire sur les éponges en général et sur le rapport qui existe entre elles et la classe voisine des Hydroïdes.

Pour conclusion j'exposerai le caractère général et la composition de la faune des éponges de la mer Blanche autant qu'il m'apparait dans l'état actuel de mes connaissances [1]).

On trouve dans la mer Blanche des représentants d'éponges siliceuses, siliceuso-cornées [2]), cornées, calcaires et d'èponges sans spicules (Halisarcinae). Le plus grand nombre d'espèces appartient aux éponges siliceuses qui donnent à la faune son principal caractère. Viennent ensuite les éponges calcaires qui sont assez abondantes bien que les espéces en soient peu nombreuses (7). Les éponges siliceuso-cornées dont on trouve moins d'espèces encore dans la mer Blanche, sont aussi pauvres en exemplaires. Les éponges sans spicules ne sont représentées que par une seule espèce de Halisarca, mais si abondante dans la mer Blanche qu'elle devient très importante lorsqu'il s'agit de caractériser la faune de cette mer.

Nous avons déjà examiné assez en détail dans cet ouvrage les éponges suivantes: *Rinalda arctica*, *Wagnerella borealis*, *Esperia stolonifera et Halisarca F. Schultzii.*

---

1) Toutes ces questions ainsi que la description systématique des espèces observées seront exposées après une révision plus munitieuse du matériel que je possède, dans la seconde partie de mon présent ouvrage qui, je l'espère, va apparaître prochainement.

2) J'emploie cette expression dans le vieux sens dans lequel elle a été employée par O. Schmidt sans certainement avoir l'intention de rétablir ce groupe.

Parmi les autres éponges de la mer Blanche je mentionnerai encore la *Pellina flava* nov. spec. qui se distingue par une étonnante variété de formes; les spicules simples, aigües aux deux bouts, pliées au milieu, sont disposées en faisceaux formant un réseau très joli et distinctement visible sous la peau qui recouvre toute la surface de l'éponge. La couleur est toujours jaune, quelquefois de nuance clair, quelquefois orange.

Des formes affectées par l'éponge la plus commune est la *varietas arbuscula*, forme ramifiée avec de longs et minces rameaux, sans osculum; cette variété surtout a souvent une teinte orange; vient ensuite la *varietas rinaldina* rappelant excessivement à première vue la *Rinalda arctica*; c'est le même corps sphérique quelque peu comprimé, les mêmes expansions côniques très rapprochées les unes des autres; point d'osculum ni de ramifications. Cette variété atteint quelquefois des proportions assez considérables et elle se rencontre fréquemment; c'est même l'éponge la plus commune. Enfin une autre variété, *varietas massa*, se distingue nettement de toutes les autres sous l'aspect d'un corps massif, piriforme ou ovale, sans aucune ramification et ayant toujours une grande ouverture ronde sur le sommet d'un osculum court mais large et légèrement cônique. Cette variété est ordinairement d'une couleur jaune-clair. Enfin, il existe encore beaucoup d'autres formes dans ma collection, que je n'ai pas eu le temps d'étudier à fond, mais qui toutes, probablement, se rapportent à une seule et même espèce.

Très commune est dans la mer Blanche une éponge appartenant à la famille Chalineae et que j'ai déterminée comme *Pachychalina compressa* Oscar Schmidt. Cette éponge, ainsi que j'ai pu le constater en la comparant avec les éponges de l'académie des sciences, n'est rien autre chose qu'une variété de *Veluspa polymorpha* Miklucho-Maclay. Il me semble que ce genre ne peut être conservé, attendu qu'il renferme trop d'éléments divers, trop d'espèces et de genres différents que l'auteur réunit en une seule et même espèce. Ainsi, il est certain qu'ici rentre la *Pachychalina compressa* O. Schmidt dont le squelette corné très dur et très solide, se brise assez difficilement; ici aussi il faut rapporter une éponge de la mer Blanche ressemblant excessivement à la *Veluspa polymorpha* var. *cribosa* Miklucho-Maclay[1]) et qui se trouve appartenir au genre *Chalinula* O. S. en formant une nouvelle espèce. Selon toute probabilité cette variété de Miklucho-Maclay n'est également rien autre chose que quelque Chalinula. Enfin, il est hors de doute que sa *varietas baicalensis* ne peut être réunie avec toutes ses autres variétés en une même espèce, ce qui est prouvé par sa couleur verte aussi bien que par la structure caractéristique des fibres avec des spicules couvertes de tubercules. Il peut se faire que ce soit le représentant d'un nouveau genre des Potamospongia ou éponges d'eau douce caractérisant le Nord de l'Asie.

Ensuite j'ai encore trouvé différentes espèces des genres: *Suberites*, *Myxilla*, *Esperia*, *Reniera*, *Amorphina*, *Scopalina*. Dans les eaux douces des îles Solovetzky (dans le lac

1) Miklucho-Maclay. Ueber einige Schwämme des nördlichen Stillen Oceans uud des Eismeeres. Mémoires de l'Acad. des Sc. de St. Pétersbourg, VII série, vol. XV, № 3, 1870. p. 6, pl. I, fig. 13.

Sviatoï sur les poutres des bains) ainsi que dans les localités avoisinantes, dans la ville de Kem, par exemple, (dans la rivière Kem), j'ai trouvé en abondance l'éponge d'eau douce *Spongilla lacustris*[1]) sous forme de colonies ramifiées. Quant à la couleur, Bowerbank[2]) se trompe positivement lorsqu'il affirme qu'elle est exclusivement verte; j'ai très souvent rencontré des colonies entières jaune-clair, ou pour mieux dire, brun très clair sans aucun mélange de vert. J'ai rencontré toutes les couleurs intermédiaires du jaune au vert, et assez souvent une seule et même colonie avait des rameaux parfaitement verts, tandisque les autres étaient tout-à-fait jaunes.

Ensuite j'ai trouvé 7 espèces d'éponges calcaires (*Ascetta sagittaria* H., *Ascetta coriacea* H., *Ascortis Fabricii* H., *Ascandra variabilis* H., *Wagnerella borealis* Mer, et deux espèces de la famille des Sycones.)

En outre, le professur N. Wagner a trouvé une très intéressante éponge de la famille Suberitidinae qui doit, très probablement, être considérée comme le représentant d'un nouveau genre *Clathroscula*. Le corps blanc à forme de coussin ou de demi globe est fixé à une pierre et porte à son milieu un long tube cylindrique de 2 ou 3 cent. avec une jolie structure réticulaire et une ouverture ronde au sommet. Les spicules de deux genres, les unes longues, les autres courtes, ont toutes également des renflements à un de leurs bouts. La couche extérieure sous forme de croûte est composée de spicules courtes.

Enfin on rencontre assez souvent dans la mer Blanche une espèce d'éponge cornée méritant une attention particulière, que j'ai décrite en langue russe[3]) en même temps que F. E. Schultze[4]). L'un et l'autre nous l'avons rapportée à un nouveau genre que F. E. Schultze a nommé *Aplysilla* et que moi j'ai appelé *Simplicella*, et tous deux nous avons à peu près identiquement caractérisé ce genre. *Simplicella* (=Aplysilla) *glacialis*, ainsi que j'appelle l'unique espèce se rencontrant dans la mer Blanche, est formée d'une mince couche de matière organique recovrant différents objets tels que fragments de couquillages, balanes etc. . . . La couleur de cette couche est jaune très pâle, presque blanche. La base de l'éponge est ordinairement une lamelle cornée par laquelle elle adhère aux corps étrangers.

---

1) Je comprends le genre *Spongilla* dans le sens restreint dans lequel l'a établi en 1867 Gray (Proceedings of the Zoological Society of London. 1867. p. 550—553).

2) Bowerbank. A monograph of the Spongillidae, Proceedings of the Zoological Society of London 1863 p. 445.

3) Voir le «Rapport préliminaire sur les éponges de la mer Blanche». Travaux de la Société des Naturalistes de St. Pétersbourg, vol. IX, 1878. Cet article a été souscrit en 1877 par le rédacteur et le professeur A. Beketow pour être imprimé dans le vol. VIII des Travaux, donc encore en 1877 et seule la faute de la typographie l'a empêchée de paraîtrea dans le hutième volume. (Je mentionnerai encore que l'éponge a été trouvée pendant l'année 1876, Juillet). C'est en me fondant sur tout ceci que je crois pouvoir, sans manquer d'egard envers Mr. F. E. Schultze, choisir des deux noms qui simultanèment ont été donné pour le même genre celui que j'ai proposé et le continuer à nommer *Simplicella*.

Nous aurions donc jusqu'à ce jour ci à compter trois espèces apartenant à ce genre: *Simplicella sulphurea* F. S., *Simplicella rosea* F. S. et *Simplicella glacialis* Mereschk.

4) Franz Eilhard Schultze. Untersuchungen über den Bau und die Entwicklung der Spongien. IV. Die Familie der Aplysinidae. Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie, XXX Band, 3 Heft, 1878, p. 404.

Il s'échappe de cette lamelle des filaments cornés, droits et non ramifiés, ou bien plus ou moins ramifiés, qui ne s'unissent pourtant jamais, restant toujours distinctement séparés. Ces fibres cornées émergeant à la surface de l'éponge forment de légères protubérances côniques du syncytium entre lesquelles sont disposés les pores. L'osculum a la forme d'un tube cylindrique assez long avec une ouverture ronde à son extrémité.

Cette simplicité d'organisation des fibres cornées de la Simplicella est très intéressante et indique clairement que ce genre étant le plus simple de tous les genres d'éponges cornées, doit être considéré comme la souche de ces éponges; il est très naturel qu'à l'origine apparurent des fibres séparées, non réunies les unes avec les autres, qui, par la suite, en s'agrégeant et se confondant peu à peu, finirent par former ce plexus grand et continu de fibres cornées qui caractérise toutes les éponges cornées existant actuellement.

L'anatomie des éponges ci-dessus mentionnées se rapproche extrêmement du genre *Darwinella* décrit du Brésil par F. Müller[1]), et c'est pourquoi je crois devoir réunir les deux genres en une seule famille — *Darwinellidae*, qui comprendrait toutes les éponges cornées dont le squelette ne serait pas composé d'un seul plexus de fibres cornées mais de fibres séparées, ne se confondant pas les unes avec les autres.

En somme, la mer Blanche contient plus de 30 espèces d'éponges cornées, ciliceuso-cornées, ciliceuses, sans spicules et calcaires réparties approximativement en 20 genres. L'éponge la plus répandue dans la mer Blanche est la *Reniera arctica* nov. spec. de forme variée, le plus souvent ramifiée, ayant à l'extrémité des rameaux cylindriques un grand osculum; les spicules acérées aux deux bouts ou acérées à l'un et émoussées à l'autre, et très rarement émoussées des deux côtés, sont, à leur extrémité, réunies en un réseau régulier par une masse cornée. Ensuite se rencontre très souvent la *Pellina flava* nov. spec. On trouve fréquemment aussi l'*Esperia stolonifera* nov. spec. à racines caractéristiques et *Myxilla gigas* nov. spec. atteignant quelquefois une taille énorme; la couleur en est jaune orange, la forme massive, sans ramifications, la surface est creusée de profonds sillons, les spicules, excepté celles qui ont forme d'ancre et de S, sont droites, unies, renflées aux deux bouts tandis que d'autres sont légèrement recourbées, émoussées à un bout et acérées à l'autre et recouvertes d'épines. Une autre *Myxilla* d'un rouge vif qui n'est pas rare non plus, recouvre ordinairement des balanes; elle a la surface unie, de longues spicules les unes renflées aux deux bouts et couvertes d'épines, les autres à pointes acérées; *Rinalda arctica*, *Pachychalina compressa*, *Suberites Glasenappii*[2]), *Tethya lyncurium* se rencontrent aussi souvent mais seulement à de certains endroits.

Halisarca F. Schultzii nov. spec. est aussi une des éponges les plus communes. Les autres sont toutes plus ou moins rares.

---

1) F. Müller. Archiv für microscopische Anatomie vol. I, 1865.

2) C. Merejkowsky. Rapport préliminaire sur les éponges de la mer Blanche (en russe). Troudy (travaux) de la Societé des Naturalistes à St. Pétersbourg vol. IX.

Cette faune des éponges est intéressante au plus haut point, en ce qu'elle forme un domaine tout-à-fait indépendant, ce qui n'a pas lieu pour les autres groupes d'animaux tels, par exemple, que les hydroïdes, les crustacés, les mollusques etc.

Seule, la faune des infusoires de la mer Blanche qui a 45% d'espèces propres à cette mer, peut, sous ce rapport, être comparée à la faune des éponges, et encore reste-t-elle en dessous. D'à peu près 30 espèces d'éponges, le minimum des formes nouvelles caractérisant (jusqu' à présent) exclusivement la mer Blanche, peut être évalué à 16, plus de 50% par conséquent, tandis que de 44 espèces d'hydroïdes de la mer Blanche je n'ai trouvé en tout que 8 à 10 espèces nouvelles. En même temps, dans ce nombre de 16 espèces d'éponges nouvelles, il n' y a pas moins de trois genres nouveaux, et baucoup d'espèces, trouvées aussi dans d'autres mers, présentent ici des particularités, des déviations, qui contribuent encore à donner à la faune des éponges de la mer Blanche son caractère tout spécial et éminemment polair.

La *Simplicella*, qui a de proches parents dans les mers tropiques du Brésil, mérite sous le raport zoographique une attention toute particulière.

Explication des planches.

Planche I.

Fig. 1. *Halisarca F. Schultzii* nova species. La figure représente tout un groupe d'organismes fixés à une pierre qui leur sert de base. A droite on peut voir un *Balanus* portant la Halisarca Schultzii; au milieu — des algues rouges *Phyllophora interrupta* et *Delesseria sinuosa* recouvertes par la même éponge. Enfin à gauche on aperçoit une ascidie à laquelle sont fixés plusieurs individus de la Halisarca se distinguant ici par leur plus ample grandeur et en même temps par la plus grande irrégularité des contours. Chaque individu, qu'il soit fixé à une ascidie ou bien à des algues rouge, est, comme on peut le voir, dans tous les cas muni d'un osculе plus ou moins long et affectant la forme d'un cylindre (osc.). Grandeur naturelle.

Fig. 2. *Halisarca F. Schultzii.* Un jeune individu fixé à une algue rouge, représenté sous un grossissement de 6 ou 7 fois. A la surface du corps on peut apercevoir des aires grisâtres aux contours irréguliers.
osc. l'oscule très developpé de cette éponge ressortant de côté.
A. grandeur naturelle de l'individu ci-dessus mentionné.

Fig. 3. L'oscule du même individu qui est représenté par la fig. 2; sa forme, par suite d'une irritation produite par une aiguille a considérablement changé; il y a des parties qui se sont dilatées, d'autres se sont contractées.

Fig. 4. *Halisarca Schultzii*, une varieté: *varietas ochrea* qui a été rencontrée une seule fois fixée à une ascidie et qui se distingue par sa couleur orange. Les oscules sont très courts. Grandeur naturelle.

Fig. 5. *Halisarca Schultzii* fixée à la partie supérieure d'une ascidie. Les individus sont d'une grandeur inaccoutumée et en partie colorés en violet; cette teinte est occasionnée par une énorme quantité de diatomacées vivant en parasite dans les tissus mêmes de l'éponge. Grandeur naturelle.
osc. Les oscules très larges et courts.

Fig. 6. Une partie de la surface de *Halisarca Schultzii* sous un faible grossissement. Toute la surface est visqueuse.
a. tâches grisâtres à courtours irréguliers perceptibles à l'oil nu sous forme de points.
b. petits pores dispersés parmi ces tâches.
c. le syncytium.

Fig. 7. *Rinalda arctica* nov. spec. Un individu adulte représenté de grandeur naturelle. L'éponge a si bien enveloppé la pierre à laquelle elle est fixée qu'elle parait n'être attachée à aucun objet. La surface est presqu'entièrement denuée de grains de sable et de vase.
osc. les osculums dont il y en a 5.
a. une forme transitoire entre les cônes et les oscules, n'ayant point d'ouverture au bout.
b. un des cônes qui recouvrent toute la surface de l'éponge; on peut s'apercevoir que le bout est muni de trois petits bourgeons sphériques réunis entre eux et armés de longues spicules.

Fig. 8. *Rinalda arctica.* Un jeune individu n'ayant encore q'un seul osculum. La surface du corps est recouverte d'une forte couche de vase et de sable ce qui change la couleur jaune naturelle en brun foncé.
osc. l'unique osculum de l'éponge.
a. un cône qui a son extrémité amincie et effilée porte trois bourgeons en forme de globe.
b. un cône n'ayant à son extremité qu'un seul bourgeon. La figure est augmentée de deux fois.

Fig. 9. Une partie de *Rinalda arctica* remarquable par les grandes dimmensions des cônes et la couleur orange vif. Grandeur naturelle.
a. la surface du corps, recouverte comme d'habitude d'une substance brune composée de vase et de grains de sable.
b. un des cônes ayant un renflement globulaire à son extrémité; la couleur est très vive.

Fig. 10. Un individu de *Rinalda arctica* coupé en deux.
a. la pierre qui sert de base à l'éponge et d'où partout les faisceaux de spicules se dirigeant vers la surface.
b. couche supérieure ou croûte recouvrant toute la surface de l'éponge.
c. le corps même ou la parenchyme de l'éponge; son caractère fibreux est dû aux faisceaux de spicules de la première catégorie qui, de la pierre, se dirigent vers la surface et traversant la croûte vont ressortir au dehors. De part et d'autre on peut apercevoir des canaux gastro-vasculaires.
osc. oscule; sa cavité se prolonge assez à l'intérieur de l'éponge où elle se divise en plusieurs canaux plus petits. Grandeur naturelle.

Fig. 11. Un osculum de la même éponge sous un faible grossissement. On voit des faisceaux de spicules inserés dans les parois du tube; le bord de l'ouverture est orné des spicules ressortant par leur bout pointu.

Fig. 12. Une partie de la surface de *Rinalda arctica*; grossissement double. La surface est sans vase ni boue; dispersés parmi les cônes, on peut voir des pores sous forme de petites ouvertures rondes. Les cônes sont pour la plupart munis d'un ou de plusieurs bourgeons globulaires.

Fig. 13. *Esperia stolonifera* nov. spec. La figure représente une algue rouge de grandeur naturelle. *Phyllophora interrupta* dont la surface est recouverte de 7 individus de cette éponge en forme de petits coussinets ronds ou ovales. Quelques individus ensemble forment une colonie au moyen de filaments qui les réunissent. La surface de l'éponge est munie de beaucoup

de petits pores et d'un oscule sous forme d'ouverture ronde. Grandeur naturelle.

Fig. 14. *Esperia stolonifera.* Une colonie unique qui se distingue par ses grandes dimensions. La figure ne représente que la moitié de toute la colonie qui enveloppe une branche de l'hydroïde *Hydrallmania falcata.* Comme sur cette base la colonie n'a pu s'étendre aussi aisément que sur la feuille d'une algue, elle a donc dû prendre un aspect plus massif, les individus ont dû se confondre les uns avec les autres et avec les racines ou filaments. Grandeur naturelle.

Planche II.

Fig. 1. *Wagnerella borealis* Mereschk. Un individu pas encore tout-à-fait adulte; le pédoncule est de longueur moyenne. Son élargissement en forme de cône ne se distinque pas encore tout-à-fait nettement du pédoncule. On voit clairement les petites spicules disposées horizontalement. La tête est régulièrement sphérique, ce qui d'ailleurs ne se remontre pas souvent. Le pédoncule est nettement separé de la tête sphérique. Les longues spicules dont la tête est hérissée la recouvrent encore plus abondamment que ce n'est représenté sur la figure. Augmentation assez considérable.
(Cette figure a été dessinée d'après nature par M. Sewastianoff).

Fig. 2. La même éponge sous une moindre augmentation.
a. un individu entièrement développé. La longueur du pédoncule est excessivement grande, la plus grande que j'ai pu observer; il a plusieurs courbures.
b. un très jeune individu se distinguant outre sa petite taille encore par l'absence presque absolue de tête qui n'est représentée que par un léger renflement (voir aussi mon article. On Wagnerella, a new genus, Annals a. Mag of Nat. Hist. ser. V, vol. I, pl. VI, fig. 2).

Fig. 3. Les spicules de *Wagnerella borealis*, appartenant à la tête.
a. une spicule excessivement fine et presque droite.
b. plus grosse que la précédente et entièrement droite.
c. courbée irrégulièrement.
d. une spicule plus petite que les autres et courbée en arc régulier.

Fig. 4. Les spicules de l'autre catégorie, provenant du pédoncule de la même éponge.
a. une spicule droite, se rencontrant plus rarement.
b. la forme la plus fréquente.
c. une étrange spicule qui parait renfermer en elle une bulle d'air.

Fig. 5. La forme du cône du pédoncule que les individus adultes de *Wagnerella borealis* affectent le plus souvent.

Fig. 6. *Rinalda arctica.* Une fine coupure à travers une partie de la croûte de l'éponge. Cette figure représente une partie de la figure suivante (la couche *d*) à une échelle plus grande.
a. les spicules de la seconde catégorie, formant la couche superficielle.
b. les spicules de la première catégorie, formant les faisceaux.
c. couche composée de fibres cornées sans spicules; les fibres se ramifient.

Fig. 7. Une coupe transversale de *Rinalda arctica.*
a. couche de vase et de grains de sable dont ordinairement la surface de l'éponge est recouverte et qui change la couleur jaune naturelle en brun. Cette couche est retenue par les longues spicules de la première catégorie qui ressortent à la surface.
b. les bouts ressortants des spicules de la seconde catégorie.
c. la masse principale de la croûte formé par les spicules de la seconde catégorie.
d. couche privée de spicules et très évidemment fibreuse composée par un entrelacement de fibres cornées.
e. couche composée de spicules de la première catégorie mais disposées horizontalement et non pas verticalement à la surface.
f. faisceaux de spicules de la première catégorie formant le squelette de l'éponge.

g. syncytium granuleux dans lequel les faisceaux susdits sont disposés.

h. les canaux gastrovasculaires.

Fig. 8. Une partie des parois du cône de *Rinalda arctica.*

a. faisceaux de spicules de la première catégorie qui sont inserés dans les parois même des cônes.

b. les spicules de la seconde catégorie, disposées verticalement à la surface du cône et ressortant par leurs bouts pointus.

c. espaces amincis du syncytium et privés de spicules.

d. les pores s'ouvrant dans ces espaces amincis et tantôt disparaissant, tantôt apparaissant de nouveau.

Fig. 9. *Halisarca F. Schultzii.* Une section «optique» à travers le bord d'un osculum de cette éponge; la figure représente l'objet encore en état de vie et est très fortement augmentée (Hartnack système № 10 à immersion 1 ocul. 4); en même temps cette figure a été faite avec la plus grande précision.

a. une membrane superficielle ou cuticule sans aucune structure, recouvrant la surface de l'éponge.

b. glandes unicellulaires en forme de bouteille, disposées en une seule couche. *b* n'est que le corps de ces glandes.

c. le col ou conduit évacuateur de la glande qui par son extrémité un peu élargie en cône vient s'unir à la cuticule *a.*

d. espace entièrement privé de granules et que traversent le col des glandes.

e. syncytium granuleux dans lequel sont enfoncés les bouts arrondis des glandes unicellulaires.

f. cellule de forme étoilée à grand nucléus.

g. cellule fusiforme.

h. cellule ronde (nucléus?).

Fig. 10. Cette figure représente un osculum de *Halisarca Schultzii* vu d'en haut. Un court et large oscule a été si heureusement comprimé entre deux vers que sa position verticale s'est conservée. L'ouverture de l'oscule n'est pas visible grâce aux parois du tube qui l'ont recouvert.

a. syncytium dans lequel le cellules ne sont visibles que sous forme de points.

b. un anneau plus claire que le syncytium environnant indistinctement fibreux et parfois entièrement privé de granules.

Fig. 11. Une partie du même anneau vue à une augmentation très forte et entièrement privée de granules ou de cellules de syncytium. La figure est très précise.

a. le syncytium.

b. une partie de l'anneau très distinctement fibreux.

Fig. 12. Une partie du syncytium de *Halisarca Schultzii* avec son oeuf.

a. le syncytium granuleux.

nc. les cellules du syncytium à gros nucléus.

ov. l'oeuf avec son nucléus et nucléolus.

e. une couche de corpuscules environnant l'oeuf.

Fig. 13. Un oeuf isolé des tissus.

v. vitellum.

nc. le nucléus disposé excentriquement dans l'oeuf; le nucléus renferme un nucléolus également excentriquement et ce dernier est pourvu d'un nucléolulus central très distinct.

Fig. 14. Les cellules du syncytium de *Halisarca Schultzii.*

a. une seule cellules étoilée.

b. deux pareilles cellules réunies par leurs expansions.

c. un groupe formé par trois cellules étoilées.

d. un amas globulaire de cellules se rencontrant assez fréquemment dans le syncytium.

Fig. 15. *Navicula*? Une diatomacée vivant en parasite dans le syncytium de *Halisarca Schultzii.*

a. vue de côté. Les petits ronds représentent des gouttes d'huile.

b. vue en face.

Planche III.

Fig. 1. Un des cônes de *Rinalda arctica* détaché de l'éponge. La surface est ornée des spicules

de la seconde catégorie ressortant par leur bout pointu; des faisceaux de spicules de la première catégorie parcourent l'épaisseur même des parois. A son extrémité le cône fait une courbe et s'amincit en un long fil muni de quatre renflements ou bourgeons. Augmentation moyenne.

a. et *b.* deux renflements ou bourgeons presqu'entièrement developpés et munis des longues spicules — restes des faisceaux. En outre la surface des bourgeons est couverte par les petites spicules (seconde catégorie). Point de cavité dans les bourgeons.

c. et *d.* deux très jeunes bourgeons encore étroitement liés au cône.

Fig. 2. Un cône da la même éponge qui n'a de developpé qu'un seul bourgeon.

a. le bourgeon mûr.

b. un très jeune bourgeon.

c. un bourgeon encore moint avancé dans son développvment que le précédent.

Fig. 3. Un cône ayant deux bourgeons globulaires entièrement développés et dont la liaison avec l'organisme maternel est très faible. Le troisième bourgeon, quoique également de forme sphérique est tout de même encore étroitement lié au cône.

Fig. 4. Une spicule en forme d'ancre d'*Esperia stolonifera* nov. sp. vue de côté. Augmentation assez forte.

Fig. 5. La même spicule vue d'en face.

Fig. 6. Une spicule de la seconde catégorie de *Rinalda arctica*, constituant la croûte de l'éponge. La spicule est courbée à l'extrémité supérieure.

Fig. 7. Une autre spicule de la même catégorie, courbée dans sa partie moyenne; en outre son extrémité inférieure s'amincit très graduellement.

Fig. 8. L'extrémité pointue de *Rinalda arctica* se transformant abruptement en une pointe; un cas très rare.

Fig. 9. Une spicule de *Rinalda arctica* appartenant à la première catégorie.

Fig. 10. Un autre type de la même espèce de spicules.

Fig. 11. Une spicule de la première catégorie, appartenant à *Rinalda uberrima* O. Sm.; cette spicule est représentée ici pour pouvoir mieux la comparer aux spicules de R. arctica, représentées par les fig. 9 et 10; elle est tirée de l'ouvrage d'Oscar Schmidt: «Grundzüge einer Spongienfaune des Atlantischen Gebietes 1870».

Fig. 12. Une spicule appartenant à *Esperia stolonifera*, legèrement courbée.

Fie. 13. La courbure d'une pareille spicule est plus fortement prononcée.

Fig. 14. Un cas exceptionnel où l'extrémité arrondie est munie d'une tête ovale (anomalie).

Fig. 15. Une spicule d'*Esperia stolonifera* se distinguant par sa moindre longueur; dans certains individus elle est entièrement absente, dans d'autres au contraire c'est elle qui forme le squelette de l'éponge.

Fig. 16. Une anomalie de la même spicule appartenant à *Esperia stolonifera* et rencontrée une seule fois.

Fig. 17. Une anomalie appartenant à la même éponge.

Fig. 18. Une autre pareille anomalie.

Fig. 19. Une anomalie consistant en un renflement de la spicule.

Fig. 20. Une spicule observée sur un des bourgeons sphériques de *Rinalda arctica*, ayant un renflement au milieu et legèrement courbée dans sa partie supérieure.

Fig. 21. Cellules amoeboïdes de *Rinalda arctica* qu'on obtient en masse en déchirant les tissus de l'éponge.

Fig. 22. Une cellule de l'entoderme de la même éponge; le colier en forme d'entonnoir a disparu.

Fig. 23. Une partie de la surface d'une jeune individu d'*Esperia stolonifera* vue sous un faible grossissement.

a. pores vus à l'oeil nu sous forme de points; la forme régulièrement ronde n'est dûe qu'à un âge peu avancé. On peut entrevoir des spicules disposées dans le syncytium.

b. des faisceaux de spicules qui par leur extrémité pointue ressortent à la surface.

Fig. 24. *Esperia stolonifera.* Deux individus fixés à une algue rouge; tous les deux sont munis d'un oscule différent de forme et de grandeur. Grandeur naturelle.

Fig. 25. Osculum d'un des individus (celui de la gauche) représentés par la fig. 24, legèrement grossi.

a. la partie de l'oscule enfermant des spicules qui par leur bout pointu ressortent de la surface.

b. partie supérieure en forme de cylindre avec une ouverture ronde à son extrémité entièrement dénuée de spicules.

Fig. 26. Le même osculum plus fortement augmenté. La partie supérieure sans spicule après avoir été irritée par une aiguille a considérablement changé de forme. L'orifice du tube s'est fermé et à quelque distance du bout il s'est formé une constriction.

Fig. 27. La partie supérieure du même osculum sous une augmentation encore plus considérable. Toute la partie non occupée par les spicules consiste en un fine membrane de syncytium renfermant des cellules qui se voient sous forme de points.

a. la constriction.

Fig. 28. Une partie de la mince membrane dont la partie supérieure de l'osculum est composée sous une très forte augmentation. Une mince couche de syncytium transparent et sans granules renferme des cellules disposées en une seule couche. Les nucléus sont grands et ronds, les processus granuleux qui s'en détachent sont peu developpés.

Fig. 29. Une partie du réseau formé par les filaments ou racines de l'*Esperia stolonifera* qui rampent sur la surface des algues rouges et servent à unir plusieurs individus en une colonie. Dans les rameaux les plus larges on voit outre les cellules du syncytium des spicules de deux espèces, dans les rameaux moins larges on ne voit que les plus petites, en forme d'ancre, enfin dans les rameaux les plus deliés on n'aperçoit point de spicules. La surface de ces filaments parait être revêtue d'une couche épithéliale avec des nucléus ressortant de la surface.

Fig. 30. Le bout supérieur, arrondi de la spicule de *Rinalda arctica*, appartenant à la première catégorie; la variété qui se rencontre le plus fréquemment et qui présente une forme transitoire de la forme typique (fig. 31), à la forme simplement arrondie, sans renflement au bout.

Fig. 31. La forme typique du renflement de la même spicule.

Fig. 32. Une variation moins fréquente et tout-à-fait opposée à celle de la figure 30.

Fig. 33. Tête à deux renflements.

Fig. 34. Forme anormale; le côté de la spicule possède un bourgeon.

Fig. 35. Deux spicules se sont unies en formant une croix; une anomalie toujours appartenant à la même éponge.

Fig. 36—39. Toute une série de variétés que nous présente l'extrémité arrondie de la spicule de la seconde catégorie appartenant à *Rinalda arctica.*

36. Une tête en forme de globe régulier.

37. Au pôle supérieur de la tête sphérique il s'est formé un petit tubercule.

38. La tête est plus allongée, moins régulièrement sphérique, le tubercule s'est agrandi. C'est la forme typique de cette spicule.

39. La tête s'est allongée encore davantage.

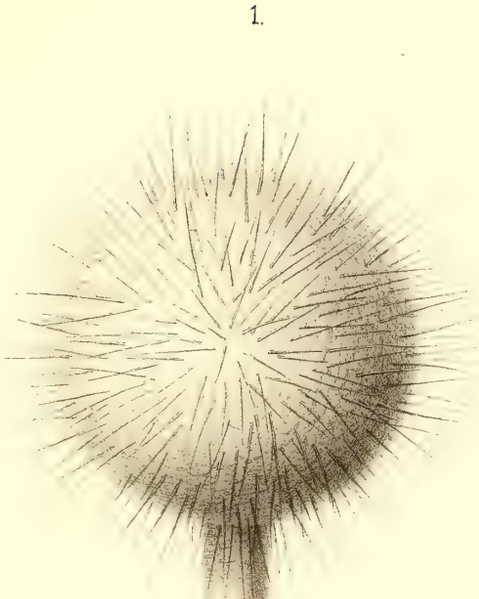
Fig. 40. *Halisarca F. Schultzii.* La figure représente un osculum détaché d'un assez grand individu fixé à une ascidie. Les bords de l'ouverture sont découpés en 4 lobes dont un est moins large et un peu plus long que le reste. Les bords de ces lobes sont plus clairs à cause de l'absence dans ces endroits du syncytium granuleux avec ses cellules. C'est à travers cet espace que passent les cols des glandes unicellulaires qui recouvrent d'une couche continue la surface du corps. Les points représentent justement ces glandes, comme on les voit sous un faible grossissement.

Errata.

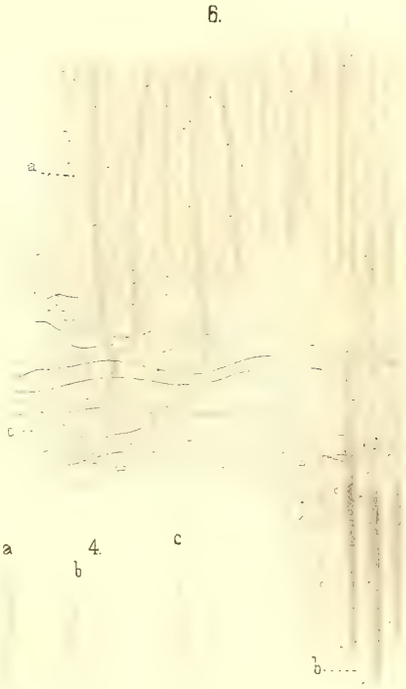
Page	1	ligne	18	*au lieu de*		autérieures	*lisez*	antérieures
»	2	»	31	»	»	me	»	une
»	9	»	26	»	»	ou	»	où
»	9	»	36	»	»	fig. 2	»	fig. 7 *osc*
»	16	»	35	»	»	$^1/_5$	»	$^1/_8$
»	20	»	27	»	»	aucunem anière	»	aucune manière
»	28	»	29, 34—36			diatomée	»	diatomacée
»	43	»	40	»	»	paraîtrea	»	paraître
»	47	»	17	»	»	distinque	»	distingue
»	47	»	21	»	»	remontre	»	rencontre
»	48	»	21	»	»	1	»	et

Merejkowsky ad nat. del.

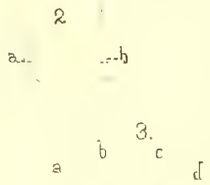
Lithographie de Jvanson

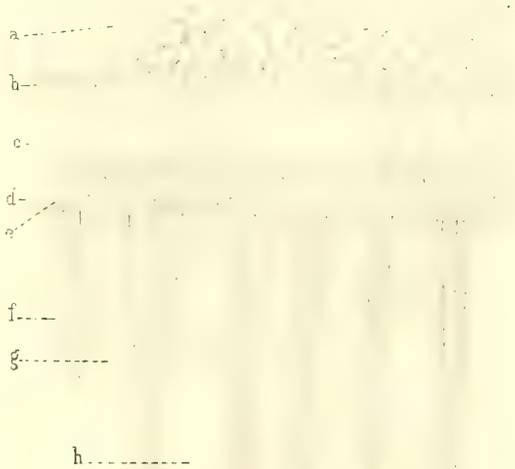

1.

8.
a
b
d
c

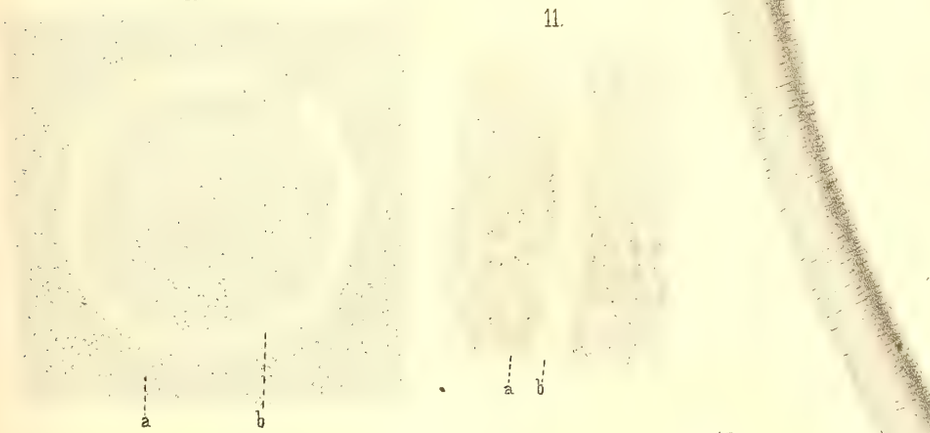

6.
a
c
a
4.
b
c
b

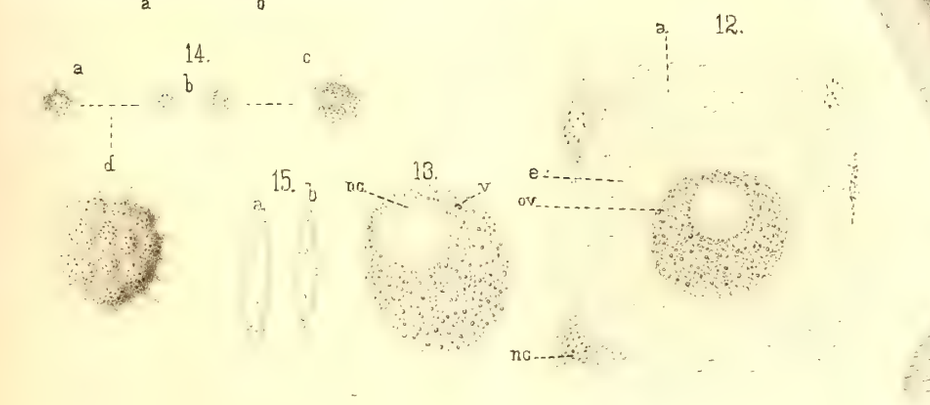
9.
f
h
g
d
e
b
c
a


2
a
b
3.
a
b
c
d


7.
a
b
c
d
f
g
h

10.


11.


a
b
a
b
12.
a
14.
a
b
c
d
15.
a
b
nc
13.
v
e
ov
nc
5.

Lith. de Lemercier

Imp. Lemercier & Cie Paris

BEKANNTMACHUNG

der Kaiserlichen Akademie der Wissenschaften.

Als im Jahre 1847, bald nach Rückkehr des Herrn Dr. A. Th. von Middendorff von seiner sibirischen Reise, seitens der Akademie der Wissenschaften die Herausgabe seiner Reisebeschreibung in deutscher Sprache begann, wurde, einfacherer Berechnung wegen, für jeden Band derselben, ohne Rücksicht auf seinen Umfang und die Zahl der in ihm enthaltenen Tafeln, einförmig der Preis von 5 Rub. 40 Kop. (6 Thlr.) bestimmt. Gegenwärtig kann das Werk, ungeachtet einer Lücke im zweiten Bande, als vollendet betrachtet werden, und zwar enthält dasselbe 16 Lieferungen, die zu 4 Bänden zusammengestellt sind. Da jedoch der Inhalt des Werkes ein sehr mannigfaltiger und fast jede der Lieferungen einer besonderen Specialität gewidmet ist, so hat die Akademie, um die verschiedenen Theile des Werkes den betreffenden Fachgelehrten zugänglicher zu machen, die Bestimmung getroffen, dass von nun an wie die Bände so auch die Lieferungen einzeln im Buchhandel zu haben sein sollen, und zwar zu den folgenden, nach Umfang und Zahl der Tafeln normirten Preisen.

Dr. A. Th. v. Middendorff's Reise in den äussersten Norden und Osten Sibiriens während der Jahre 1843 und 1844 mit Allerhöchster Genehmigung auf Veranstaltung der Kaiserlichen Akademie der Wissenschaften zu St. Petersburg ausgeführt und in Verbindung mit vielen Gelehrten herausgegeben. 4 B^{de} in 4^{o} (1847 — 1875).

	Silber.		Reichsm.	
	Rbl.	K.	Mrk.	Pf.
Bd. I. Th. I. Einleitung. Meteorologische, geothermische, magnetische und geognostische Beobachtungen. Fossile Hölzer, Mollusken und Fische. Bearbeitet von K. E. von Baer, H. R. Göppert, Gr. von Helmersen, Al. Graf. Keyserling, E. Lentz, A. Th. v. Middendorff, W. v. Middendorff, Johannes Müller, Ch. Peters. Mit 15 lith. Tafeln. 1848. LVI u. 274 S.	3	45	11	50
Bd. I. Th. II. Botanik. **Lf. 1.** Phaenogame Pflanzen aus dem Hochnorden. Bearbeitet von E. R. v. Trautvetter. 1847. Mit 8 lithogr. Tafeln. IX u. 190 S.	2	25	7	50
Lf. 2. Tange des Ochotskischen Meeres. Bearb. von F. J. Ruprecht 1851. Mit 10 chromolithogr. Tafeln. (Tab. 9 — 18.) S. 193 435	3	95	13	20
Lf. 3. Florula Ochotensis phaenogama. Bearbeitet von E. R. v. Trautvetter und C. A. Meyer. Musci Taimyrenses, Boganidenses et Ochotenses nec non Fungi Boganidenses et Ochotenses in expeditione Sibirica annis 1843 et 1844 collecti, a fratribus E. G. et G. G. Borszczow disquisiti. Mit 14 lithogr. Tafeln. (19—31.) 1856. 148 S.	2	45	8	20
Bd. II. Zoologie **Th. I.** Wirbellose Thiere: Annulaten. Echinodermen. Insecten. Krebse. Mollusken. Parasiten. Bearbeitet von E. Brandt, W. F. Erichson, Seb. Fischer, E. Grube. E. Ménétriès, A. Th. v. Middendorff. Mit 32 lith. Tafeln. 1851. 516 S. (Beinahe vergriffen.)	7	35	24	50
Th. II. Lf. 1. Wirbelthiere. Säugethiere, Vögel und Amphibien. Bearb. von Middendorff Mit 26 lithogr. Tafeln. 1853. 256 S. (Vergriffen.)	6	35	21	20
Bd. III. Ueber die Sprache der Jakuten. Von Otto Böntlingk. **Th. I. Lf. 1.** Jakutischer Text mit deutscher Uebersetzung. 1851. 96 S.	—	80	2	70
Lf. 2. Einleitung. Jakutische Grammatik. 1851. S. LIV u. 97—397	2	30	7	70
Th. II. Jakutisch-deutsches Wörterbuch. 1851. 184 S.	1	40	4	70
Bd. IV. Sibirien in geographischer, naturhistorischer und ethnographischer Beziehung. Bearbeitet von A. v. Middendorff. **Th. I.** Uebersicht der Natur Nord- und Ost-Sibiriens. **Lf. 1.** Einleitung. Geographie und Hydrographie. Nebst Tafel II bis XVIII des Karten-Atlasses. 1859. 200 S. und 17 Tafeln des Atlasses	3	15	10	50
Lf. 2. Orographie und Geognosie. 1860. S. 201—332. (Vergriffen.)	1	10	3	70
Lf. 3. Klima. 1861. S. 333—523 u. XXV	1	70	5	70
Lf. 4. Die Gewächse Sibiriens. 1864. S. 525—783 u. LVI	2	45	8	20
Th. II. Uebersicht der Natur Nord- und Ost-Sibiriens. **Lf. 1.** Thierwelt Sibiriens. 1867. S. 785—1094 u. XIII	2	50	8	30
Lf. 2. Thierwelt Sibiriens (Schluss). 1874. S. 1095—1394	2	30	7	70
Lf. 3. Die Eingeborenen Sibiriens (Schluss des ganzen Werkes). 1875. S. 1395—1615. Mit 16 lith. Tafeln	3	25	10	80

MÉMOIRES
DE
L'ACADÉMIE IMPÉRIALE DES SCIENCES DE ST.-PÉTERSBOURG, VII^E SÉRIE.
TOME XXVI, N° 8.

ÜBER DIE

BESTIMMUNG DER ABSOLUTEN INCLINATION

MIT DEM

INDUCTIONS-INCLINATORIUM.

VON

H. Wild.

Mit 2 Holzschnitten und 3 Tafeln.

(*Lu le 7 Novembre 1878.*)

LIBRARY OF CONGRESS
102120
OCT 4 1879
SMITHSONIAN DEPOSIT

ST.-PÉTERSBOURG, 1878.

Commissionnaires de l'Académie Impériale des sciences:

à St.-Pétersbourg:
M. Eggers et C^ie, J. Issakof et J. Glasounof;

à Riga:
M. N. Kymmel;

à Leipzig:
M. Léopold Voss.

Prix: 75 Kop. = 2 Mrk. 50 Pf.

MÉMOIRES
DE
L'ACADÉMIE IMPÉRIALE DES SCIENCES DE ST.-PÉTERSBOURG, VII^E SÉRIE.
TOME XXVI, N° 8.

ÜBER DIE

BESTIMMUNG DER ABSOLUTEN INCLINATION

MIT DEM

INDUCTIONS-INCLINATORIUM.

VON

H. Wild.

Mit 2 Holzschnitten und 3 Tafeln.

(*Lu le 7 Novembre 1878.*)

ST.-PÉTERSBOURG, 1878.

Commissionnaires de l'Académie Impériale des sciences:

à St.-Pétersbourg:
MM. Eggers et C^ie, J. Issakof et J. Glasounof;

à Riga:
M. N. Kymmel;

à Leipzig:
M. Léopold Voss.

Prix: 75 Kop. = 2 Mrk. 50 Pf.

Imprimé par ordre de l'Académie Impériale des sciences.
Decémbre 1878. C. Vesséłofski, Secrétaire perpétuel.

Imprimerie de l'Académie Impériale des sciences.
(Vass.-Ostr., 9 ligne, № 12.)

Seit W. Weber im Jahre 1837 [1]) sein neues, auf der Magneto-Induction beruhendes Instrument zur Messung der absoluten Inclination, das sogen. *Inductions-Inclinatorium*, beschrieben hat, dem er 16 Jahre später [2]) durch wesentliche Modificationen eine, auch für präcise Inclinationsbestimmungen geeignete Einrichtung gab, ist über die Anwendung dieses so interessanten und viel versprechenden Apparats zu fortlaufenden Beobachtungen über die Variationen oder die absoluten Werthe der Inclination in magnetischen Observatorien fast Nichts bekannt geworden. Nach wie vor wurde die absolute Inclination mit dem gewöhnlichen *Nadel-Inclinatorium*, die Variationen aber dieses Elements des Erdmagnetismus, wenn sie überhaupt beobachtet wurden, mit Kupffer's *Nadel-Inclinatorium* oder Lloyd's *Wage* oder seinem *Eisen-Inductions-Inclinatorium* bestimmt.

Meines Wissens hat unter den magnetischen Observatorien nur die *Central-Anstalt für Meteorologie und Erdmagnetismus in Budapest* in neuester Zeit den Versuch gemacht, regelmässige Beobachtungen der absoluten Inclination mit dem Inductions-Inclinatorium an Stelle derjenigen mit dem Nadel-Inclinatorium einzuführen. Im Jahre 1873 nämlich hat Herr Director G. Schenzl neben dem bis dahin dort benutzten Nadel-Inclinatorium von Meyerstein in Göttingen noch Beobachtungen der absoluten Inclination mit einem von demselben Künstler verfertigten Inductions- Inclinatorium begonnen und vom Jahre 1874 an, wo bloss noch einige wenige Vergleichungen der Ergebnisse beider Instrumente erfolgten, dann ausschliesslich bis jetzt das letztere Inclinatorium als rascher und sicherer zum Ziele führend, für die absoluten Messungen der Inclination benutzt [3]). In der That nahm eine vollständige Bestimmung der Inclinaton mit dem Inductions-Inclinatorium nicht einmal die Hälfte der Zeit von der mit einem Nadel-Inclinatorium in Anspruch, sondern es zeigen auch

---

1) W. Weber. Das Inductions-Inclinatorium. Resultate des magnet. Vereins für 1837. Göttingen 1838. S. 81.

2) W. Weber. Ueber die Anwendung der magnet. Induction auf Messung der Inclination mit dem Magnetometer. Abhandl. der Königl. Societät in Göttingen. Bd. V. 1853 (auch Pogg. Ann. Bd. 90, S. 209).

3) Siehe: Jahrbücher der K. ungarischen Central-Anstalt für Meteorologie und Erdmagnetismus von Dr. Guido Schenzl. Bd. I. Jahrgang 1871 und folg. Budapest 1874 etc.

die Resultate der einzelnen Bestimmungen beim letztern nicht bloss bei Benutzung verschiedener Nadeln, sondern sogar mit *einer* Nadel bedeutend grössere (2—4 Male) Abweichungen untereinander als beim Inductions-Inclinatorium. Die nahe gleichzeitigen Beobachtungen an den beiderlei Instrumenten ergaben Herrn Schenzl folgende Differenzen bei den verschiedenen Nadeln gegenüber den mit dem Inductions-Inclinatorium erhaltenen Werthen

Nadel.	I. 1.	I. 2.	II. 1.	II. 2.	III. 1.	III. 2.	Mittel.
1873 3. und 4. Juni	+ 4′,0	+ 0′,3	+ 7′,4	+ 9′,2	+ 3′,7	+ 8′,8	+ 5′,6
1874 20. und 21. April	+ 4,8	+ 0,6	+ 8,8	— 2,1	+ 9,2	+ 14,1	+ 5,9

Das positive Zeichen bedeutet hiebei, dass das Inductions-Inclinatorium grössere Werthe für die Inclination als die betreffende Nadel des gewöhnlichen Inclinatoriums ergab.

Während also das Mittel aller 6 Nadeln und ebenso auch die 3 ersten Nadeln je für sich in beiden Jahren nahe dieselbe Differenz ergaben, zeigen die 3 andern Nadeln Verschiedenheiten von 6 bis 11′. Auch dies weist auf eine grössere Sicherheit der Messungen mit dem Inductions-Inclinatorium hin.

Herr Schenzl geht aber noch einen Schritt weiter und betrachtet auch die mit dem letztern Instrumente erhaltenen Inclinationen als *absolut* richtiger, so dass er die constante Differenz von + 5′,7 als Correction erklärt, die am Mittel der mit allen 6 Nadeln erhaltenen Resultate anzubringen sei, um daraus die wahre Inclination zu gewinnen.

Ohne die Gültigkeit dieser Schlüsse für den vorliegenden speciellen Fall in Zweifel ziehen zu wollen, erschien es mir doch geboten, ihnen erst dann eine allgemeine Bedeutung beizumessen, wenn durch weitere vergleichende Untersuchungen folgende Bedenken gegen diese Verallgemeinerung gehoben sein würden. Zunächst dürfte das in Budapest benutzte Nadel-Inclinatorium von Meyerstein für die Gegenwart nicht als ein ganz maassgebender Repräsentant dieser Classe von Inclinatorien betrachtet werden. Während nämlich im physikalischen Central-Observatorium in St. Petersburg der wahrscheinliche Fehler einer Inclinationsbestimmung mit *einer* Nadel beim Nadel-Inclinatorium von Pistor und Martins in Berlin ± 42″, bei dem von Dover in London sogar bloss ± 27″ betrug[1]), muss derjenige des obigen Inclinatoriums in Budapest zu mindestens ± 3′ veranschlagt werden; ich sage *veranschlagt* werden, weil in Ermanglung von Variationsbeobachtungen der Inclination in Budapest dieser Fehler nicht sicher festzustellen ist. Ueberhaupt, und dies ist ein zweites Bedenken gegen die allgemeine Gültigkeit obiger Schlüsse, sind sichere Bestimmungen der Fehlergrenzen solcher absoluter Messungen nur dann möglich, wenn gleichzeitige Variationsbeobachtungen des betreffenden Elementes am Orte ausgeführt werden oder mindestens aus der Nähe zur Disposition stehen. Endlich halte ich es zur Entscheidung über die Vorzüglichkeit des einen oder andern Instrumentes nicht für genügend, die Resul-

1) Siehe: Einleitung zum Anhang der Annalen des physikal. Central-Observatoriums für 1876 S. XX und für 1877 S. XVIII.

tate der Beobachtungen an einem einzelnen Inductions-Inclinatorium nach ein und derselben Methode den mit verschiedenen Nadeln an einem gewöhnlichen Inclinatorium erhaltenen Inclinations-Werthen gegenüber zu stellen. Man muss nicht vergessen, dass die Theorie des Nadel-Inclinatoriums auch verlangt, dass jede vollständige Messung mit jeder guten Nadel caeteris paribus dasselbe Resultat ergebe und dass es nur gewisse bei dieser Theorie als Grössen zweiter Ordnung vernachlässigte oder nicht berücksichtigte Umstände sind, welche die nicht unbeträchtlichen Differenzen der mit verschiedenen Nadeln erhaltenen Inclinationen bedingen. Obschon also die Theorie des Inductions-Inclinatoriums für jedes Instrument die unmittelbare Gewinnung der absoluten Inclination in Aussicht stellt, wäre es doch gedenkbar, dass auch da in Folge kleiner Ungenauigkeiten der Theorie verschiedene Instrumente in Wirklichkeit merklich verschiedene Resultate gäben.

Das Inductions-Inclinatorium in seiner vervollkommneten Gestalt hat nun vor dem Nadel-Inclinatorium den *unbestreitbaren Vorzug* in derselben Zeit mindestens doppelt soviel unabhängige Bestimmungen der absoluten Inclination zu ermöglichen und sodann macht es — ähnlich wie magnetische Theodolithen mit Filarsuspension gegenüber den Compassen mit auf Spitzen schwebenden Nadeln für absolute Declinations- und Intensitäts-Bestimmungen — den Beobachter unabhängiger von der Kunstfertigkeit des Verfertigers der Instrumente und der unveränderten Erhaltung feiner Spitzen oder Axen und deren Lagern. Dieser Vorzüge halber hielt ich es für geboten, bei der Anlage und Einrichtung des magnetischen Observatoriums in Pawlowsk auch auf die Bestimmung der absoluten Inclination mit diesem Instrumente und zugleich auf eine genauere und umfassendere Prüfung in dem angedeuteten Sinne Bedacht zu nehmen.

Zu dem Ende liess ich zu einem im Central-Observatorium bereits vorhandenen, aus dem Jahre 1867 stammenden Inductions-Inclinatorium von Leyser in Leipzig noch ein zweites, für die Umlegung der Drehungsaxe etwas bequemeres Instrument dieser Art von Meyerstein in Göttingen ausführen, das im Mai 1877 in Petersburg anlangte.

Diese beiden Instrumente sind im kreuzförmigen Hauptsaal des eisenfreien, hölzernen magnetischen Pavillons[1]) in Pawlowsk aufgestellt und zwar stehen die zwei Inductor-Rollen im südlichen Kreuzarm, beiderseits von dem Pfeiler für die Nadel-Inclinatorien, auf besonders fundamentirten grossen Steinplatten, während sich die zugehörigen Multiplikatoren im nördlichen Kreuzarm in 10 M. Distanz von den erstern befinden. Die Multiplikatoren, der eine nahe der östlichen, der andere nahe der westlichen Wand des Saals, stehen auf hölzernen, von massiven Granitpfeilern gehaltenen Holztischen und ihre Magnete sind mit 1,5 M.

---

1) Siehe meine Beschreibung des neuen meteorologisch-magnetischen Observatoriums in Pawlowsk, Bulletin de l'Academie de St.-Pétersbourg, T. XXV, p. 17, 1878, sowie den Plan dieses Pavillons auf der beiliegenden Tafel, wo M. L. und I. L. den Multiplikator und Inductor von Leyser, M. M. und I. M. diejenigen von Meyerstein, T. B. die später zu erwähnende Tangenten-Boussole, 2 das zu ihr gehörige Fernrohr mit Scale und 1 das Fernrohr mit Scale bedeutet, das abwechselnd den Multiplikatoren zur Ablesung des Standes ihres Magnetstabes zugewendet wird. I. ist der Pfeiler für das Nadelinclinatorium.

langen Coconfaden an einem von denselben Granitpfeilern getragenen aus Stucksäulen und Holzlatten bestehenden Gerüste aufgehängt. Unter der Laterne über der Mitte des Kreuzes endlich steht auf einem Steinpfeiler das eisenfreie Ertel'sche *Passageninstrument*, in dessen Lager für die Spiegelablesung an den Multiplikatoren ein ebenfalls eisenfreies Steinheil'sches Ablesefernrohr mit 58 facher Vergrösserung — an hellen Tagen wurde auch wohl ein Ocular mit 92 facher Vergrösserung benutzt — und darüber eine, 1 Meter lange in Millimeter getheilte, von hinten durch einen weissen Reflector beleuchtete Glasscale von Edelmann in München gelegt wurde. Diese Scale ist von den Magnetspiegeln beider Multiplikatoren, wenn das Fernrohr diesen zugewendet ist, je nahe gleich weit nämlich 4,2 M. entfernt, so dass ein Scalentheil in runder Zahl 24″,5 Drehung jener Spiegel entspricht. Die Zehntel eines Scalentheils resp. also 2″,5 sind mit voller Sicherheit zu schätzen. — Alle Theile der Instrumente haben also eine solide möglichst unveränderliche Aufstellung.

Da es sich hier um Fundamentalmessungen handelt, so halte ich es für geboten, auch die wesentlichen Abmessungen und Justirungen beider Apparate näher anzugeben.

Der Multiplikator des Meyerstein'schen *Inductions-Inclinatoriums* besteht aus circa 300 Windungen eines 3,2 Mm. dicken, mit Seide besponnenen Kupferdrahts, die zwischen zwei um 101 Mm. von einander abstehenden Mahagoniholzplatten auf ein diese verbindendes, ausgeschnittenes Kupferblech aufgewunden sind, das seinerseits einen Hohlraum von 517 Mm. Länge und 46 Mm. Höhe umschliesst, welcher an den Enden mit dem Radius von 23 Mm. abgerundet ist. In diesem Hohlraum ruht der parallelopipedische 698 Gramm schwere, 500 Mm. lange und 37 Mm. breite Magnetstab auf einem Schiffchen, das seinerseits durch einen den Multiplikator umschliessenden Bügel mit dem mitten darüber befindlichen Spiegelhalter verbunden ist. Dieser ist am Torsionskopf oben auf dem erwähnten festen Gerüst durch ein Bündel von 6 Coconfaden von je 250 Gr. Tragkraft aufgehängt. Der Magnet erhält im Schiffchen durch seitliche Justirungsschrauben und einen Stift, der in ein Loch in seinem Centrum einfällt, eine ganz bestimmte Lage, so dass er ohne Gefahr von Aenderungen seiner relativen Stellung zu den Multiplikatorwindungen mit dem genau gleich schweren und gleich breiten und langen Torsionsstab aus Kupfer vertauscht werden kann. Zum Schutz gegen Luftströmungen ist der Multiplikator durch ein Gehäuse aus Holz und Glas umschlossen, an das sich oben ein kleineres für den Spiegelhalter ansetzt; auch die Oeffnung in dem letztern vor dem Spiegel gegen das Fernrohr hin ist durch ein Planparallelglas verschlossen, so dass also nur der Suspensionsfaden frei bleibt.

Mit Hülfe einer langen, umkehrbaren Boussolennadel wurde der Multiplikator-Rahmen genau genug parallel dem magnetischen Meridian orientirt und mit einem Niveau die Axenebene des Hohlraums horizontal gemacht. Nach Aufhebung der Torsion des Fadens durch abwechselndes Einlegen von Magnet und Torsionsstab und Drehen am Torsionskreis oben — ein stabiler Zustand des Fadens trat erst nach mehreren Wochen ein — wurde die gewünschte Empfindlichkeit des Multiplikators durch empirische Regulirung des magneti-

schen Moments des Magnets erzielt. Es sollte nämlich der letztere bei Beobachtungen nach der Multiplikations-Methode und Drehung des Inductors um eine Horizontal-Axe an der Scale constante Maximal-Elongationen von ungefähr ± 450 Scalentheilen geben. Zu dem Ende musste der anfänglich bis zur Sättigung magnetisirte Stab, da er eine viel zu starke Dämpfung erfuhr, bis zu ungefähr 0,7 seines anfänglichen magnetischen Moments geschwächt werden. Seine *Schwingungsdauer* bei geöffnetem Multiplikator betrug dann 21^s,5. Durch Ablenkungsbeobachtungen an der Nadel einer Tangentenboussole mit Spiegelablesung (siehe weiter unten) bestimmte ich am 19. Juli 1878 mit Hülfe der durch den Magnetograph für den betreffenden Augenblick gegebenen absoluten Horizontal-Intensität das *magnetische Moment* des Stabes genauer zu:

$$2{,}0175 . 10^8 \text{ bei } 17°{,}5 \text{ C.}$$

in absolutem Maasse (Millimeter, Milligramme).

Am 22. Juli wurde das Torsionsmoment des Aufhängefadens in der üblichen Weise ermittelt. Aus Drehungen am Torsionskreis um 360° nach der einen und andern Seite fand ich im Mittel als Ablenkung des Magnets aus dem magnetischen Meridian für jene Drehung: 30,1 Scalentheile = 12′17″. Dieselbe Grösse wurde auch am 15. August bestimmt und war dann im Mittel: 29,9 Scalentheile = 12′12″. Da schon wegen der Benutznng des magnetischen Pavillons zu den normalen und andern absoluten Messungen zwischen den verschiedenen Beobachtungsserien am Inductions-Inclinatorium immer wieder der Torsionsstab statt des Magnets eingelegt wurde, so konnte man sich vor jeder Messung neuerdings davon überzeugen, dass die Torsion des Fadens wegen ihres Wechsels mit Temperatur und Feuchtigkeit höchstens ± 100 Scalentheilen = 41′ betrug resp. auf diesen Betrag durch Drehung am Torsionskopf jeweilen heruntergebracht worden sei, also ihr übrig bleibender Einfluss auf die Stellung des Magnets zu vernachlässigen sei.

Die horizontale Entfernung von Spiegel und Scale wurde mit möglichster Schärfe mit denselben, auch bei den Magnetometern angewendeten Hülfsmitteln bestimmt. Es diente nämlich dazu ein über 5 M. langer, eiserner in russische oder englische Zolle getheilter Maasstab, der am einen Ende eine ausziehbare, mit Stahlknopf versehene, in $^1/_{10}$ Linie getheilte Languette trug. Nachdem man einen Zollstrich dieses horizontal aufgestellten Stabes mit Hülfe eines kleinen scharf zugespitzten Senkels genau vertikal unter die vordere getheilte Seite der Glas-Scale gebracht hatte, wurde die Languette am andern Ende bis zur Berührung mit dem Magnetspiegel herausgeschoben. Mit Benutzung der Verificationen der Theilung dieses Stabes und einer Fundamentalbestimmung des Languetten-Endmasses daran nach meiner bekannten optischen Methode[1]) ergab sich so die *Entfernung von Scale und Spiegeloberfläche bei* Meyer-

1) Um die Entfernuug des schwach abgerundeten Stahlknopfes am Ende der Languette von einem bestimmten Theilstrich auf dem Maasstab zu bestimmen, wenn der Nullpunkt der Theilung auf der erstern mit dem Index des Maassstabes zusammenfiel, wurde nämlich der Stab vertikal aufgestellt, von unten eine Elfenbeinspitze sehr nahe bis zur Berührung dem Stahlknopf angenähert und mit Hülfe eines Cathetometers die Entfernung des fraglichen Striches von der Berührungslinie der Spitze mit ihrem Bild im Stahlknopf an dem neben den Stab gestellten Normalmeter abgemessen.

steins *Multiplikator*: 4210,7 wahre Millimeter und somit, da die Dicke des Planspiegels 4,1 Mm. beträgt, als *Entfernung von Scale und hinterer Spiegelfläche* 4214,8 Millimeter. Wegen der Brechung der Lichtstrahlen in diesem Spiegel und in der 4,4 Mm. dicken planparallelen Verschlussplatte ist aber hiervon noch: $^1/_3 . 8{,}5 = 2{,}8$ Mm. abzuziehen und endlich ist diese Grösse noch mit dem Factor 1,0009 zu multipliciren, da 1000,9 Theile der Glasscale $= 1000$ wahre Millimeter sind. Sonach ist *die in Scalentheilen ausgedrückte corrigirte Entfernung von Scale und Spiegel*:

$$E = 4215{,}8$$

Die Verification der Theilung der Glasscale durch Auflegen auf einen Normalmaassstab in zwei Lagen ergab keine 0,1 Mm. übersteigende Fehler.

Zwei doppelt mit Wolle besponnene, in Wachs getränkte und zu einem Strange zusammengedrehte Kupferdrähte verbinden den Multiplikator mit der zugehörigen Inductor-Rolle. Die äussere Lage des auf derselben aufgewundenen mit Seide besponnenen Kupferdrahts, von nahe derselben Dicke wie beim Multiplikator, hat einen Durchmesser von beiläufig 590 Millimeter und zählt 17 Windungen nebeneinander, und da ungefähr 15 Lagen der Tiefe nach aufeinander liegen, so ist also die Gesammtzahl der Windungen angenähert 255. Die Holzrolle ist zunächst in einem Messing-Rahmen mit als Drehungsaxe dienenden starken Messingzapfen befestigt, welche Zapfen in Messingbüchsen eines quadratischen Mahogoni-Rahmens als Lagern ruhen. Durch die Höhlung des einen Zapfens gehen die Drahtenden der Rolle zu den Spiralfedern der Zuleitungsdräthe heraus, während der andere Zapfen die Drehungskurbel trägt, für deren Bewegungsgrenzen justirbare Anschläge am Mahogoni-Rahmen angebracht sind. Um die Drehungsaxe der Rolle bequem abwechselnd in die beiden Hauptlagen, horizontal und vertikal in der magnetischen Meridianebene, bringen zu können, besitzt der fragliche Mahogoni-Rahmen in der Senkrechten darauf ebenfalls zwei Messingzapfen, mit denen er in Lagern zweier vertikalen, ebenfalls von einem starken quadratischen Mahogoni-Holz-Rahmen getragenen Ständern aufruht. Dieser letztere Holz-Rahmen trägt auch die 3 messingenen Stellschrauben mit Untersätzen aus demselben Metall für die Nivellirung und die Holzanschläge, welche die Bewegung des ersten Rahmens und damit der Drehungsaxe der Rolle nach der einen und andern Seite begrenzen. Gegen diese Anschläge wird der Rahmen durch Schraubenbolzen, die in eingelassene Metallmuttern eingreifen, angepresst. Durch Schlitze, in der obern Seite des Holzrahmens und der Metallbüchsen der Lager, lassen sich für die Nivellirung der Axe in ihrer horizontalen Lage die Füsse der Niveaubrücke direct auf die Zapfen der Rolle aufsetzen; zur Nivellirung der Axe in ihrer vertikalen Lage trägt der Kurbelzapfen nach oben zu noch eine Platte, auf welche das Niveau aufgesetzt wird. Ein Theil des zugehörigen Niveaus beträgt zufolge Verification desselben mit dem Niveau-Prüfer durch Herrn Mielberg:

$13''{,}2.$

Die Theorie des Inductions-Inclinatoriums verlangt, dass die Inductor-Rolle genau um 180° hin- und hergedreht werden könne und dass die Ebene der Drahtwindungen bei diesen Grenzstellungen auf der jeweilen inducirenden Componente des Erdmagnetismus senkrecht stehe, also bei der Drehung um die horizontale Axe, wo die Vertikal-Componente inducirt, in eine horizontale Ebene und bei der Drehung um die vertikale Axe, wo die Horizontal-Componente inducirt, in eine zum magnetischen Meridian senkrechte Vertikalebene falle. Diesen Bedingungen wurde durch folgende Justirungen genügt.

Bei angenäherter Horizontallage der Drehungsaxe der Rolle wurde die Niveaubrücke auf dieselbe aufgesetzt und eine auf derselben von Herrn Meyerstein gezogene Mittellinie durch Rücken am Untergestell des Apparats zur Coïncidenz mit einer langen und schmalen Magnetnadel gebracht, die mit ihrem umkehrbaren Hütchen auf einer Stahlspitze in der Mitte jener Linie schwebte. Dadurch brachte man zunächst jene Linie und unter Voraussetzung symmetrischer Gestaltung der Brücke und der Zapfen durch den ausführenden Künstler auch die Drehungsaxe der Rolle in den magnetischen Meridian [1]). Jetzt wurde der Rollen-Rahmen in die vertikale Stellung aufgerichtet, an seine Anschläge angepresst und das Untergestell so nivellirt, dass die Drehungsaxe der Rolle genau vertikal stand. Darauf befestigte man auf der Niveauplatte mit Klebwachs eine planparallele Glasplatte, stellte vor ihr auf einem Stativ eine von einer Lampe beleuchtete Metall-Platte mit kreisförmigem Ausschnitt und Fadenkreuz und auf einem zweiten Stativ ein Fernrohr mit Fadenkreuz auf. Justirte man die Glasplatte so, dass sie bei der Drehung der Axe um 180° in beiden Lagen den Horizontalfaden des in ihr gespiegelten Fadenkreuzes der Platte mit dem im Fernrohr zur Deckung brachte, so war ihre Ebene parallel der Drehungsaxe, und wenn dann nach Justirung der Anschläge für die Kurbel in den beiden Lagen auch der Vertikalfaden der gespiegelten Fadenkreuze mit dem Vertikalfaden des Fernrohrs zusammenfiel, so war eine genaue Drehung der Kurbel resp. Rolle um 180° zwischen den Anschlägen erzielt.

Als man hierauf den Holzrahmen wieder in die horizontale Lage zurückbrachte und an die Anschläge anlegte, zeigte eine Nivellirung der Axe der Rolle, dass diese nicht ohne Weiteres horizontal war resp. also die Anschläge nicht genau einen Winkel von 90° einschlossen. Es wurden nun die Anschläge für diese horizontale Stellung so durch Abfeilen und Unterlegen justirt, bis das Niveau auf der Axe ohne Bewegung der Fussschrauben des Apparats einstand. So wurde erzielt, dass bei den abwechselnden Beobachtungen in horizontaler und vertikaler Lage der Drehungsaxe höchstens jeweilen ganz kleine Nachjustirungen mit den Fussschrauben vorzunehmen waren. Nachdem in dieser Weise die Drehungsaxe horizontal gemacht und eine genaue Umlegung der Rolle um 180° durch die Anschläge der vorigen Justirung zufolge erzielt war, handelte es sich jetzt darum zu untersuchen, ob die letztern so gestellt seien, dass auch die Ebene der Drahtwindungen bei diesen Grenzstellungen

1) Da eine Abweichung der Axe vom magnetischen Meridian im Betrag von $^1/_2{}^\circ$ die aus der Messung resultirende Inclination bei uns bloss um 3″ vermindern würde, so darf diese Voraussetzung jedenfalls innerhalb der sonstigen Sicherheitsgrenzen einer Inclinationsbestimmung als erfüllt betrachtet werden.

genau horizontal liege. Für diese Verification hatte Herr Meyerstein dem Apparate einen mit einem festen Knopf am einen und einer Schraubenmutter am andern Ende versehenen Kupferdraht beigegeben. Dadurch, dass man diesen durch ein Loch in der Kurbel und eine Durchbohrung der Anschlagsschrauben rechts oder links durchsteckte und dann die Schraubenmutter bis zum Ende des Gewindes aufschraubte, konnte man der Kurbel vom betreffenden Anschlage aus eine auf etwa 30° beschränkte, aber beiderseits ganz gleiche Drehungsbewegung ertheilen. Wenn nun bei Befestigungen des Drahtes rechts und links Beobachtungen nach der Multiplikationsmethode dieselben constanten Elongationen am Multiplikator ergeben, so werden die Lagen der Drahtwindungen der Rolle die geforderte Bedingung erfüllen; ist dies aber nicht der Fall, so wird die Ebene derselben auf der Seite unter die Horizontale heruntergehen, wo der geringere Ausschlag beobachtet worden ist und man dreht dann die letztere Anschlagschraube um 1 oder 2 Schraubengänge herauf, die andere um ebensoviel herunter, damit die Drehungsgrösse von 180° nicht geändert werde. Sollte eine neue Beobachtung der inducirten Ströme zeigen, dass die richtige Stellung der Anschlagschrauben noch nicht erreicht sei, so giebt doch die Abnahme der Elongationsdifferenzen jetzt ein Mittel an die Hand zu berechnen, um wie viel Schraubenganghöhen die Anschläge noch zu verstellen sind, um gleiche Elongationen bei Einschaltung des Drahtes rechts und links und damit die richtige Lage der Rolle zu erzielen. Zum Schlusse wird es gut sein, nochmals die Erhaltung der Drehung um 180° mit dem erwähnten Hülfsapparat zu controliren. Sind so die Anschlagschrauben ganz berichtigt, so werden sie durch seitliche Stellschrauben — die ich bei beiden Instrumenten nachträglich anbringen liess — geklemmt, da sie sonst durch das Anschlagen der Kurbel bei den Beobachtungen leicht allmählich verstellt werden.

Damit nun auch in der zweiten Hauptlage des Instruments, d. h. bei vertikaler Drehungsaxe ohne Weiteres die Ebene der Drahtwindungen beim Anlegen der Kurbel an den Anschlägen senkrecht auf dem magnetischen Meridian stehe, ist es nothwendig, dass die Drehungsaxe des Holz-Rahmens senkrecht auf der Rolle sei und genau horizontal liege. Zur Verification dieser Bedingung liess ich vom Mechaniker des Observatoriums in Pawlowsk, Herrn Döring, einen hölzernen Niveauträger mit langen Füssen machen, so dass derselbe bei vertikaler Stellung der Drehungsaxe der Rolle auf die Zapfen des Holz-Rahmens über jene herüber aufgesetzt werden konnte. Es zeigte sich dabei, dass die letztere Axe nicht horizontal war, wenn die Drehungsaxe der Rolle genau vertikal stand; erst nach einer kleinen seitlichen Verschiebung des obern Endes der Drehungsaxe der Rolle im Rahmen brachten wir es dahin, dass beide Niveaux auf den beiden Axen gleichzeitig einstanden und so die Erfüllung obiger Bedingung anzeigten. Dass nach diesen Correctionen des Apparats die erwähnten Justirungen resp. Verificationen der übrigen Theile nochmals wiederholt wurden, bedarf kaum der Erwähnung. Mit Ausnahme des Parallelismus der Drehungsaxe der Rolle zum magnetischen Meridian sind daher alle Justirungen als bis auf mindestens $\pm 5''$ sicher zu betrachten.

Eine etwas geringere Sicherheit dürften mehrere Justirungen bei der *Inductor-Rolle* des Leyser'schen *Inductions-Inclinatoriums* darbieten, da dasselbe, selbst nach erfolgter Verbesserung der Drehungsaxe und Anschläge durch Herrn Döring, durch seine Construction nicht eine so genaue allseitige Verification gestattete. Dem Instrument war sogar ursprünglich nicht einmal ein Niveau beigegeben, auch waren die Zapfen zum Aufsetzen eines solchen weder geeignet noch zugänglich. Herr Professor Amsler-Laffon in Schaffhausen war so freundlich, mir ein an der Inductor-Rolle festzuklemmendes, auf beiden Seiten — oben und unten — zu benutzendes Niveau anzufertigen, mit welchem die Nivellirung in beiden Lagen der Axe bequem auszuführen ist, nachdem ein für alle Male die höchsten Punkte der beiderseitigen Krümmungen dadurch bestimmt sind, dass das Niveau um eine direct horizontal gemachte Axe umgelegt wird. Es sind dies beiderseits die mit 0 bezeichneten Scalentheile. Nach den Verificationen des Herrn Mielberg ist der Werth eines Theils dieses Niveaus auf der

Seite I : 5″,7
» II : 3,6.

Die Nivellirungen der Axe konnten so leicht mit derselben Genauigkeit von ± 5″ wie beim Inductor von Meyerstein ausgeführt werden. Dagegen musste die Orientirung der Drehungsaxe in ihrer horizontalen Lage nach dem magnetischen Meridian unter der Voraussetzung erfolgen, dass dieselbe den Seiten des sie haltenden Holz-Rahmens parallel sei, was nach den Abmessungen allerdings sehr nahe der Fall zu sein schien. Ebenso konnte nach erfolgter Justirung der Anschläge für die Drehung um 180° und die Horizontal-Stellung der Ebene der Drahtwindungen bei horizontaler Drehungsaxe die Einstellung der letztern in eine Ebene senkrecht zum magnetischen Meridian bei vertikaler Drehungsaxe nur unter der weitern Voraussetzung erfolgen, dass ein Querarm am Rahmen, der dann horizontal zu liegen kam und mit Hülfe der Magnetnadel parallel zum magnetischen Meridian gemacht wurde, genau senkrecht zum Rahmen stehe. Die Umstellung der Drehungsaxe der Rolle aus der horizontalen in die vertikale Lage hat nämlich bei diesem Apparat der Art zu geschehen, dass der Rahmen, welcher mit einer von zwei Querarmen gehaltenen Basis auf zwei Schraubenzapfen des stellbaren Fussbrettes aufgesteckt ist, von diesem abgehoben, um 90° gedreht und mit dem erwähnten Querarm und seiner eigenen einen Seite auf dieselben Zapfen wieder aufgesteckt und durch Schraubenmuttern festgeklemmt wird.

Die äussersten Windungen der Inductor-Rolle haben hier einen Durchmesser von 489 Millimeter und auf die Breite von 61 Mm. der Rolle kommen 22 Windungen. Da sich ungefähr 20 Schichten über einander befinden, so ist also die Gesammtzahl der Windungen 440.

Der zu diesem Inductor gehörige Multiplikator unterscheidet sich dagegen nur wenig von dem Meyerstein'schen, indem die äussere Form im Wesentlichen dieselbe ist. Der

Magnet nur ist cylindrisch statt parallelopipedisch, 430 Gramm schwer und 300 Millimeter lang; demgemäss hat auch der Hohlraum zwischen den Windungen bei einer Höhe von 40 Millimter bloss 330 Millimeter Länge. Die Breite der 28 Umgänge des Drahtes in einer Schicht ist gleich 82 Millimeter, die Dicke des unbesponnenen Drahts 2,2 Millimeter. Aus den Dimensionen lässt sich schliessen, dass ungefähr 16 Lagen von Windungen seien, also im Ganzen circa 448 Windungen des Drahts.

Auch hier konnte der Magnet nicht bis zur Sättigung magnetisirt werden, indem die Dämpfung der Schwingungen alsdann viel zu stark war; es musste das magnetische Moment auf ungefähr $^3/_4$ der Sättigung gebracht werden, um bei der Multiplikationsmethode nahe 500 Scalentheile Maximal-Ausschlag zu geben. Die Schwingungsdauer des Magnets bei geöffneten Multiplikator betrug dann 18^s und durch Vergleich (Ablenkungsbeobachtungen) mit dem Magnet des Meyerstein'schen Multiplikators ergab sich das magnetische Moment in absolutem Maass gleich

$$7{,}674 . 10^7.$$

Das Torsionsmoment des ebenfalls 6-fachen Cocon-Aufhängefadens erwies sich hier verhältnissmässig grösser als beim andern Multiplikator, indem für eine Drehung des obern Querschnitts des Fadens um 360° eine Ablenkung des Magnets um 56,8 Scalentheile $= 21'22''$ aus dem magnetischen Meridian erfolgte. Die Torsion musste daher hier jeweilen etwas sorgfältiger aufgehoben werden.

In ähnlicher Weise wie beim Multiplikator von Meyerstein gemessen, ergab sich hier als *corrigirte horizontale Entfernung des Magnetspiegels von der Scale ausgedrückt in Scalentheile*

$$E' = 4200{,}6.$$

Schliesslich wurden noch bei beiden Inclinatorien die Coordinaten des Mittelpunktes der Inductor-Rolle bezogen auf den Mittelpunkt des Multiplikator-Magnets bestimmt behufs Berechnung der vom Einfluss des letztern auf die Inclination an der Stelle der Inductor-Rolle bedingten Correction.

Heissen wir nämlich x, y, z die fraglichen Coordinaten, und nehmen an, dass die X-Axe parallel dem magnetischen Meridian und horizontal, die Z-Axe vertikal und die Y-Axe also horizontal und senkrecht zum magnetischen Meridian sei, so ist, wenn wir vom Mittelpunkt des Magnets aus x positiv nach Süden, y positiv nach Westen und z positiv nach oben rechnen, die durch den Magnet vom magnetischen Moment M an der Stelle x, y, z bewirkte Aenderung der Inclination di nach Gauss (Resultate des magnet. Vereins v. 1840 S. 26 und folg.) gegeben durch:

$$di = \frac{M \cos i}{H r^3} \left(\frac{3x^2 - r^2}{r^2} \sin i - \frac{3xy}{r\sqrt{x^2 + y^2}} \cos i \right),$$

wo i die Inclination, H die Horizontal-Componente des Erdmagnetismus und

$$r^2 = x^2 + y^2 + z^2.$$

Im Sommer 1878, d. h. zur Zeit der nachfolgenden Messungen war im Durchschnitt in Pawlowsk:

$$i = 70^\circ\ 41' \qquad H = 1{,}637.$$

Die Abmessungen ergaben beim *Apparat von* Meyerstein:

$$x = 10190 \text{ Mm.} \qquad y = -602 \text{ Mm.} \qquad z = -665 \text{ Mm.},$$

und da für dessen Multiplikator-Magnet:

$$M = 2{,}017 . 10^8$$

ist, so kommt:

$$di = \text{arc. } 15''{,}12.$$

Um diese Grösse wird, wie aus der relativen Lage leicht ersichtlich ist, die Inclination an der Stelle des Inductors zu klein erhalten. *An den mit diesem Inductions-Inclinatorium unmittelbar erhaltenen Inclinationen ist also die Correction:*

$$+ 15''$$

wegen Einfluss des Multiplikatormagnets anzubringen[1]).

Für den *Apparat von* Leyser fand man:

$$x = 10896 \text{ Mm} \qquad y = 508 \text{ Mm.} \qquad z = -787 \text{ Mm.};$$

also, da für dessen Multiplikator-Magnet:

$$M = 7{,}674 . 10^7$$

ist, wird hier:

$$di = \text{arc. } 4''{,}45.$$

Die *fragliche Correctionfür das Inductions-Inclinatorium von* Leyser *ist somit*:

$$+ 4''{,}5.$$

1) Dieser Einfluss ist zu gering, als dass er am gewöhnlichen Nadelinclinatorium neben dem Inductor hätte beobachtet werden können; als hingegen der Multiplicatormagnet diesem auf 5 M. angenähert wurde, wodurch di ungefähr 8 Male grösser werden soll, wurde in der That eine Verkleinerung der Inclination um ungefähr 2 Minuten wahrgenommen.

Inclinations-Beobachtungen nach der Multiplikationsmethode.

Die ersten Beobachtungen nach der Multiplikationsmethode habe ich mit dem *Inductions-Inclinatorium von* Meyerstein gemacht, wobei mir Herr Dr. Hellmann aus Berlin freundlichst assistirte; bei einigen Messungen hat auch Herr Mechaniker Döring das Umlegen der Inductor-Rolle auf Commando des Beobachters am Fernrohr besorgt. Vor jeder Beobachtungsreihe in der einen und andern Lage der Drehungsaxe der Rolle wurde die letztere neu nivellirt, und wenn zwischen den Messungen mehrere Tage verstrichen waren, so erfolgte auch eine neue Justirung der übrigen Theile des Apparats in der oben angegebenen Weise.

Als Beispiel der Beobachtungen und ihrer Berechnung theile ich diejenigen vom 5. August (n. St.) 1878 in extenso mit.

Die an der Scale beobachteten aufeinanderfolgenden äussersten (Umkehr-) Stellungen des Magnets waren bei der Drehung um die

Zeit.	horizontale Axe.		Zeit.	vertikale Axe.	
	460,0			461,0	
$1^h\ 51^m$ p.	708,0	99,7	$2^h\ 9^m$ p.	546,2	334,4
	873,1	24,0		602,9	309,0
	908,8	7,8		614,7	303,6
	916,7	4,3		617,0	302,4
	918,0	3,6		617,3	302,3
	918,2	3,4		617,5	302,2
	918,8	3,1		617,6	302,1
	919,0	3,1		617,3	302,1
$1^h\ 59^m$ p.	919,0	3,2	$2^h\ 17^m$ p.	617.6	302,2
	918,9	3,4		617,6	302,2
Temp.	669,0	367,3	Temp.	531,1	427,9
18°1	503,6	442,2	18°1	474,4	453,5
	469,6				
	461,0			460,0	

wo die Zahlen oben und unten zwischen den beiden Columnen je die Gleichgewichtslage des Magnets, diejenigen zwischen den horizontalen Strichen die als constant zu betrachtenden Maximal-Elongationen, die oberhalb derselben die bei den wiederholten Inductions-Stössen zunehmenden und die unterhalb derselben die nach Aufhören der letztern abnehmenden Elongationen darstellen.

Bilden wir zunächst vom ersten Horizontalstriche an die Differenzen der aufeinanderfolgenden Elongationen, so kommt für:

Horizontale Axe.			Verticale Axe.		
915,7			315,5		
915,9			315,2		
915,9	Mittel.		315,2	Mittel.	
915,9	915,77		315,4	315,36	
915,8	± 0,12		315,4	± 0,09	
915,7			315,4		
915,5			315,4		
665,6	0,3436		228,9	0,3460	
301,7	0,3451		103,2	0,3462	
136,3	0,3463		46,5	0,3473	
61,4	0,3504		20,9		
27,4					

Es sind sonach die Maximal-Amplituden (halbe Differenz der Max.-Elongationen) in Scalentheile s und s' sowie die mittleren briggischen logarithm. Decremente (Differenz der Logarithmen der abnehmenden Elongationen) λ_g und λ'_g bei der Drehung um die

horizontale Axe.		vertikale Axe.	
18°,1	$1^h\ 59^m$ p.	18°,1	$2^h\ 17^m$ p.
$s = 457{,}88 \pm 0{,}06$		$s' = 157{,}68 \pm 0{,}04$	
$\lambda_g = 0{,}34635$		$\lambda'_g = 0{,}34650$	

Nach W. Weber[1]) werden nun die Vertikal- und Horizontal-Componente des Erdmagnetismus V und H gefunden durch die Ausdrücke:

$$\left.\begin{aligned} V &= C\,\Phi\,(1-e^{-\lambda}).e^{\frac{\lambda}{\pi}\operatorname{arctg}\frac{\pi}{\lambda}} \\ H &= C'\,\Phi'\,(1-e^{-\lambda'}).e^{\frac{\lambda'}{\pi}\operatorname{arctg}\frac{\pi}{\lambda'}} \end{aligned}\right\} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \textbf{1.}$$

wo die Constante $C = C'$ ist, wenn die Temperatur aller Theile des Apparats, die Multiplikatorconstante, der Magnetismus des Magnets und die Horizontal-Componente des Erdmagnetismus in beiden Fällen dieselben sind und wo ferner Φ die Maximal-Winkel-Amplitude bei der Drehung des Inductors um die horizontale Axe und Φ' diejenige bei der Drehung um die vertikale Axe, endlich λ und λ' die respectiven natürlichen logarithmischen Decremente darstellen.

Die gesuchte Inclination ist also schliesslich für $C = C'$ gegeben durch:

---

1) Electrodynamische Maassbestimmungen insbesondere Widerstandsmessungen. Abhandl. der Gesellschaft der Wissensch. in Leipzig, Bd. I, S. 349, 1846.

$$\text{I.} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots \quad \operatorname{tang} i = \frac{V}{H} = \frac{\Phi(1-e^{-\lambda})\, e^{\frac{\lambda}{\pi}\operatorname{arctang}\frac{\pi}{\lambda}}}{\Phi'(1-e^{-\lambda'})\, e^{\frac{\lambda'}{\pi}\operatorname{arctang}\frac{\pi}{\lambda'}}}$$

Hier ist:

$$\lambda = 2{,}30258 \,.\, \lambda_g, \qquad \lambda' = 2{,}30258 \,.\, \lambda'_g;$$

ferner kann man, da allgemein:

$$\operatorname{tang} 2\varphi = \frac{s}{E}$$

ist, mit Vernachlässigung höherer Potenzen von $\frac{s}{2E}$ setzen:

$$\text{2.} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad \begin{aligned} \Phi &= s\left(1 - \tfrac{s^2}{3E^2}\right) \\ \Phi' &= s'\left(1 - \tfrac{s'^2}{3E^2}\right) \end{aligned}$$

oder, wenn wir für E seinen Werth: 4215,8 beim Multiplikator Meyerstein einführen:

$$\text{2'.} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad \begin{aligned} \Phi &= s - 0{,}000000018755 \,.\, s^3 \\ \Phi' &= s' - 0{,}000000018755 \,.\, s'^3. \end{aligned}$$

Die 4 am Meyerstein'schen Apparat nach dieser Methode angestellten und berechneten Beobachtungsreihen ergaben zunächst:

1878.	Zeit.	t	s	λ_g	Drehungsaxe.
22. Juli	$2^h\ 9^m$ p.	17°2	440,30	0,36167 [1])	horizontal
»	2 9 p.	17,2	151,65	0,36189	vertikal
25. »	11 18 a.	15,1	152,29	0,36162	vertikal
»	12 9 a.	15,0	441,40	0,36160	horizontal
5. August	1 59 p.	18,1	457,88	0,34635	horizontal
»	2 17 p.	18,1	157,68	0,34650	vertikal
9. »	11 2 a.	17,5	451,85	0,35246	horizontal
»	11 33 a.	17,6	155,67	0,35238	vertikal

Hieraus folgt:

	Φ	Φ'	$(1-e^{-\lambda})\, e^{\frac{\lambda}{\pi}\operatorname{arctg}\frac{\pi}{\lambda}}$	$(1-e^{-\lambda'})\, e^{\frac{\lambda'}{\pi}\operatorname{arctg}\frac{\pi}{\lambda'}}$
22. Juli	438,70	151,58	0,80005	0,80061
25. »	439,79	152,22	0,80001	0,80005
5. August	456,08	157,61	0,76873	0,76904
9. »	450,12	155,60	0,78130	0,78113

1) Die Daten für die Drehung um die horizontale Axe sindan diesem Tage das Mittel aus zwei Beobachtungen, die eine vor, die andere nach der Drehung um die vertikal gestellte Axe, daher die gleiche Zeit für beide.

In der nachstehenden Tabelle sind die mit diesen Daten nach der Formel I berechneten Werthe der Inclination unter Hinzufügung der Correction $+ 15'' = 0{,}25$ (Einfluss des Multiplikatormagnets auf den Inductor) mit den für dieselben mittlern Zeitpunkte aus den Aufzeichnungen des Magnetographen abgeleiteten Inclinationen zusammengestellt:

		Inclination.		
1878.		Inductor Meyerstein.	Magnetograph.	Differenz.
22. Juli	$2^h\ 9^m$ p.	70° 55′,87	70° 39′,25	16′,62
25. »	11 43 a.	70 54,65	70 40,53	14,12
5. August	2 8 p.	70 56,02	70 41,37	14,65
9. »	11 17 a.	70 56,30	70 40,71	15,59
			Mittlere Differenz:	15,24

Beim Magnetograph ist die Inclination nach derselben Formel wie beim Inductions-Inclinatorium

$$\text{tg. } i = \frac{V}{H}$$

aus den auf den Aufzeichnungen der Lloyd'schen Wage des Magnetographen basirenden Vertikalintensitäten V und den vom Bifilar verzeichneten Horizontalitäten H berechnet[1]). Die Constanten der Lloyd'schen Wage zur Herleitung von V aus ihren Registrirungen sind aber ihrerseits wieder nach der Formel:

$$V' = H' \text{ tg. } i'$$

aus den absoluten Bestimmungen der Inclination i' mit dem *Nadel-Inclinatorium von* Do-

---

1) Da über die relative Genauigkeit der aus den Aufzeichnungen resp. auch directen Ablesungen an den Variationsapparaten für Vertikal- und Horizontal-Intensität herzuleitenden *Inclinationen* bisher so viel als Nichts bekannt geworden ist, so dürfte es zur Beurtheilung der Sicherheit der obigen ans den Registrirungen am Magnetograph hergeleiteten Inclinationswerthe geboten sein, hier kurz das vorläufige Resultat bezüglicher Untersuchungen mitzutheilen. Als mittlere Differenz der Werthe der Vertikal-Intensität hergeleitet einestheils aus den directen Ablesungen (3 Mal täglich) an der von Girgensohn verfertigten und von Wolfram nach meinen Angaben umgearbeiteten Lloyd'schen Wage im einen Saal des unterirdischen Pavillons und anderseits aus den gleichzeitigen Aufzeichnungen des Magnetographen im andern Saal desselben ergab sich in den Monaten März und April 1878 der Werth $\pm$ 0,0004 (in absol. Maasse). Früher haben wir analag aus den Ablesungen an zwei Bifilaren als mittlere Differenz der daraus abgeleiteten Horisontal-Intensitäten erhalten $\pm$ 0,0003. Betrachten wir diese Grössen als mittlere Fehler dV und dH der Vertikal- und Horizontal-Intensität und setzen $H = 1{,}6396$, $i = 70° 47'$ so ergibt sich für die berechnete *Inclination* als mittlerer Fehler:

$$di = \pm 0'{,}22.$$

Dass dies sehr nahe der mittlere Fehler einer aus den Magnetographen-Aufzeichnungen hergeleiteten Inclination ist, wird auch durch den Vergleich der im April 1878 zu je 3 Terminen täglich am Kupffer'schen Variations-Inclinatorium (ebenfalls im unterirdischen Pavillon aufgestellt) direct beobachtoten Inclinationen mit den gleichzeitigen Resultaten des Magnetographen bestätigt Darnach ist die mittlere Differenz der beiderlei Inclinationswerthe bloss:

$$\pm 0'{,}28.$$

ver und den gleichzeitigen vom Bifilar registrirten Horizontal-Intensitäten H' hergeleitet. Hieraus folgt, dass die aus den Magnetographen-Aufzeichnungen berechneten Inclinationswerthe unabhängig von dem absoluten Werth der Horizontalität sind und allein auf den absoluten Inclinationsbestimmungen mit dem Nadel-Inclinatorium von Dover basiren.

Die oben erhaltene mittlere Differenz von 15′,24 repräsentirt also einfach die Differenz der mit dem Inductions-Inclinatorium von Meyerstein nach der Multiplikationsmethode erhaltenen Inclinationen und derjenigen, welche gleichzeitige Beobachtungen am Nadel-Inclinatorium von Dover ergeben hätten. Wenn wir erstere als absolut richtige betrachten, so wäre sonach am Mittel beider Nadeln des letztern eine Correction von +15′,24 anzubringen, welche als eine sehr bedeutende erscheint.

Die Beobachtungen am *Inductions-Inclinatorium* von Leyser, ebenfalls nach der Multiplikationsmethode angestellt und in derselben Weise berechnet, haben mit Beibehaltung der obigen Bezeichnungen zunächst folgende Resultate ergeben:

1878.	Zeit.	t	s	λ_g	Drehungsaxe.
31. Juli	$6^h\ 49^m$ p.	16°,8	156,85	0,42931	vertikal
»	7 2 p.	16,7	450,66	0,42900	horizontal
1. August	8 20 a.	17,0	457,75	0,42883	horizontal
»	8 31 a.	17,0	159,15	0,42837	vertikal
4. August	11 2 a.	18,5	162,57	0,41901	vertikal
»	11 41 a.	18,7	467,98	0,41827	horizontal

Da beim Leyser'schen Multiplikator die Enfernung E' der Scale vom Spiegel 4200,6 Scalentheile war, so sind hier die Winkel Φ aus s nach der Formel:

$$\Phi = s - 0{,}0000000188911\,.\,s^3$$

zu berechuen. Wir finden somit:

	Φ	Φ'	$(1-e^{-\lambda})e^{\frac{\lambda}{\pi}\operatorname{arctg}\frac{\pi}{\lambda}}$	$(1-e^{-\lambda'})e^{\frac{\lambda'}{\pi}\operatorname{arctg}\frac{\pi}{\lambda'}}$
31. Juli	448,93	156,78	0,93452	0,93512
1. August	455,94	159,07	0,93418	0,93329
4. »	466,04	162,49	0,91353	0,91498

Die hieraus nach Formel I zu berechnenden Werthe der Inclination, nachdem man an ihnen noch die oben angegebene Correction +4″,5 = +0′,07, herstammend von der Einwirkung des Multiplikatormagnets, angebracht hat, sind in folgender Tabelle mit den für die mittleren Beobachtungszeiten aus den Magnetographen-Aufzeichnungen abgeleiteten Inclinationen zusammengestellt.

1878.	Zeit.	Inclination. Inductor Leyser.	Magnetograph.	Differenz.
31. Juli	$6^h\ 56^m$ p.	70° 44′,35	70° 39′,60	4′,75
1. August	8 25 a.	47,09	40,79	6,30
4. »	11 22 a.	45,09	41,18	3,91
			Mittlere Differenz:	4,99

Hiernach beträgt also die Differenz der mit dem *Inductions-Inclinatorium von* Leyser *nach der Multiplikationsmethode* erhaltenen Inclinationen und der gleichzeitig mit dem *Nadel-Inclinatorium von* Dover gefundenen im Mittel 4′,99, welche Grösse als positive Correction am Mittel beider Nadeln des letztern Instruments anzubringen wäre, wenn man wieder die Resultate des Inductions-Inclinatoriums als absolut richtig betrachten würde.

Je nachdem man also unser Nadel-Inclinatorium von Dover mit dem einen oder andern der beiden Inductions-Inclinatorien vergleicht, bedürfte das Mittel aus den Angaben seiner beiden Nadeln eine absolute Correction von $+15'$ oder $+5'$. Da nun der wahrscheinliche Fehler einer Inclinationsbestimmung sogar mit nur *einer* Nadel von Dover, wie oben erwähnt, bloss $\pm 0',45$ beträgt und auch die vorstehenden beiden Resultate trotz der geringen Zahl der Messungen höchstens je mit einer Unsicherheit von $\pm 1'$ behaftet sind, so beweist die bedeutende Differenz beider, dass die Inductions-Inclinatorien im Allgemeinen nicht ohne Weiteres richtige Werthe der Inclination ergeben. Es frägt sich jetzt, wo der Fehler liegen möge.

Muthmaassliche Fehler des Inductions-Inclinatoriums.

Eine erste Vermuthung war, es möchte der Inductor von Meyerstein, da dieser Apparat eine besonders grosse Abweichung von den Angaben des Nadel-Inclinatoriums zeigte, in seinen, an Masse nicht unbeträchtlichen fixen Messingtheilen Eisen enthalten, welche bei der Bewegung der Rolle ebenfalls inducirend wirken könnten. — Beim Leyser'schen Inductor sind nämlich diese fixen Messingtheile an Masse viel geringer und daher jedenfalls unschädlich. — In der That zeigte eine Untersuchung der Schraubenbolzen zum Befestigen des Rahmens und des Lagers der Rahmenaxe, sowie der Fussschrauben des Meyerstein'schen Inductors am Bifilarmagnetometer, dass sie alle etwas magnetisch seien, d. h. am Bifilar 2 —3 Scalentheile Ablenkung in ungefähr 6 Centimeter Entfernung vom Magnet ergeben. Gleichwohl ist dieser schwache Eisengehalt jedenfalls nicht die Ursache der bedeutenden Differenz beider Inclinatorien, ja dürfte überhaupt nur einen unmerklichen Einfluss auf das Resultat haben. Es sind nämlich vor der letzten der oben aufgeführten Beobachtungen mit dem Apparat von Meyerstein, am 9. August, diese eisenhaltigen fixen, d. h. mit der Rolle sich nicht mit drehenden Messingtheile sämmtlich entfernt worden, wo-

bei die Fussschrauben behufs Nivellirung des Apparats durch Holzkeile und die Befestigung des Rahmens an den Anschlägen durch Schnüre erfolgte. Trotzdem entfernt sich, wie man sieht, das Resultat dieser Beobachtung nicht über die mittlere Fehlergrenze hinaus von denjenigen der frühern Bestimmungen.

Der Grund des fehlerhaften Resultats ist also wohl ein tiefer liegender und dürfte, wie so oft, entweder in kleinen Ungenauigkeiten der Theorie des Apparates oder in der allzubeschränkten Gültigkeit gewisser Hypothesen der letztern zu suchen sein.

Die theoretischen Ausdrücke von W. Weber, welche wir oben benutzt haben, um aus den beobachteten Maximal-Elongationen des Multiplikatormagnets und den logarithmischen Decrementen seiner Dämpfung die beiden Haupt-Componenten der erdmagnetischen Kraft und damit die Inclination abzuleiten, beruhen auf folgenden zwei Hypothesen:

1) Die bei der Umdrehung der Inductor-Rolle um 180° jeweilen in ihr vom Erdmagnetismus inducirten Integral-Ströme sind momentane, d. h. sehr kurz dauernde — wenigstens im Verhältniss zur Schwingungsdauer des Multiplikatormagnets — und ihre Intensität ist der Grösse der Componente des Erdmagnetismus proportional, auf welcher die Windungsebene des Rollendrahts eben senkrecht steht. Bei der Drehung der Inductor-Rolle um die vertikale Axe ist also der Integralstrom:

$$\mathbf{3.} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad I_v = c.H$$

und bei der Drehung um die horizontale Axe:

$$\mathbf{4.} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad I_h = c_1.V$$

zu setzen, wobei $c = c_1$ ist, wenn sich der Widerstand der Schliessung und Inductor-Rolle, sowie die Dimensionen der letztern in der Zwischenzeit nicht geändert haben resp. also die Temperatur dieselbe geblieben ist.

2) Die Schwingungs-Bewegung des Multiplikatormagnets, die derselbe in Folge dieser, jeweilen beim Durchgang durch seine Gleichgewichtslage als Stösse im Sinne seiner Bewegung auf ihn einwirkenden Integralströme annimmt, ist gegeben durch die Gleichung:

$$\mathbf{5.} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad \frac{d^2\varphi}{dt^2} + 2\beta\frac{d\varphi}{dt} + \alpha^2\varphi = 0$$

wo β und α von dem Elongationswinkel φ und der Zeit t unabhängige constante Grössen repräsentiren [1]).

---

1) In dieser Form ist die Bewegungsgleichung der gedämpften Magnetnadel zuerst von Gauss (Resultate aus den Beob. des magnet. Vereins im Jahre 1837 S. 74) aufgestellt, später von W. Weber und Andern und so auch von E. du Bois-Reymond in seinen neusten Untersuchungen *über die aperiodische Bewegung gedämpfter Magnete.* (Monatsberichte der Acad. der Wissensch. zu Berlin für 1869, 1870 etc.) benutzt worden.

Die Geschwindigkeit S, welche der Integralstrom I_h (beim Drehen um die horizontale Axe) jeweilen dem Multiplikatormagnet ertheilt, ist dann einerseits gegeben durch:

$$S = \frac{I_h \, M.K}{N} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad 6.$$

und andererseits durch:

$$S = \Phi \sqrt{\frac{H.M}{N}} \, (1 - e^{-\lambda}) \, e^{\frac{\lambda}{\pi} \operatorname{arctang} \frac{\pi}{\lambda}} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots \quad 7.$$

wo M das magnetische Moment und N das Trägheitsmoment des Multiplikatormagnets, K die Constante des Multiplikators, λ das natürliche logarithmische Decrement und Φ, wie oben, die constante Maximalelongation bei der Multiplikationsmethode repräsentiren. Es ist also auch mit Berücksichtigung von Gleichung 4:

$$I_h = \sqrt{\frac{H.N}{M.K^2}} \cdot \Phi \cdot (1 - e^{-\lambda}) \, e^{\frac{\lambda}{\pi} \operatorname{arctang} \frac{\pi}{\lambda}} = c.V$$

oder:

$$V = \frac{1}{c.K} \sqrt{\frac{H\,N}{M}} \, \Phi \, (1 - e^{-\lambda}) \, e^{\frac{\lambda}{\pi} \operatorname{arctang} \frac{\pi}{\lambda}}$$

Die Constante C in Gleichung 1. hat somit die Bedeutung:

$$C = \frac{1}{c\,\mathrm{K}} \sqrt{\frac{H.N}{M}}, \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad 8.$$

woraus unmittelbar folgt, dass sie so lange wirklich constant sein wird, als die Temperatur (die auf c und N influirt), ferner die Multiplikatorconstante K (die von der Lage des Magnets zwischen den Windungen abhängt), das magnetische Moment M des Magnets (im Wesentlichen auch von seiner Temperatur und ausserdem etwas von der Zeit abhängig) und endlich die Horizontalintensität des Erdmagnetismus dieselben bleiben.

Da die Schwingungsdauer unserer Magnete 18 resp. 21″,5 betrug, die Temperatur des Locals sehr constant war und in der kurzen Zeit von der Beobachtung in der einen Axenlage zu derjenigen in der andern Stellung der Drehungsaxe der Rolle weder der Erdmagnetismus, noch die übrigen genannten Grössen eine wesentliche Veränderung erfahren konnten, so sind also die Nebenbedingungen alle beim Versuch erfüllt.

Ueber die Gültigkeit der 1. Hypothese resp. der Gleichungen 3. und 4. kann aber ebenso kein Zweifel entstehen, es bleibt also nur anzunehmen, dass die 2. Hypothese resp. die Gleichung 5. nicht allgemein anwendbar sei.

Wenn wir auf die Herleitung der Bewegungsgleichung eines gedämpften Magnets zurückgehen, so nimmt dieselbe strenggenommen folgende Gestalt an:

$$\frac{d^2\varphi}{dt^2} + \left(\frac{M^2 f(\varphi)^2}{N.W} + \frac{l}{N}\right) \frac{d\varphi}{dt} + \frac{H\,M}{N} \sin\varphi = 0 \quad \ldots\ldots\ldots\ldots \quad 9.$$

wo M, N und H die oben angegebene Bedeutung haben, W den Widerstand des Multiplikators zusammen mit dem der Schliessung resp. der Inductor-Rolle und der Verbindungsdrähte darstellt, $f(\varphi)$ die sogen. Multiplikatorfunction resp. das von der Einheit des im Multiplikator kreisenden Stromes auf die Einheit des magnetischen Moments des Magnets ausgeübte Drehungsmoment repräsentirt, wenn die Axe des letztern den Winkel φ mit der Ebene der Multiplikatorwindungen einschliesst, die als mit dem magnetischen Meridian zusammenfallend angenommen sind, endlich l das Drehungsmoment des Luftwiderstandes auf den Magnet bedeutet, das gewöhnlich als sehr klein zu vernachlässigen ist.

Man hat bisher nicht versucht, die vorstehende strenge Gleichung, selbst nicht unter Voraussetzung einer bestimmten einfachen Function (etwa cos φ) für $f(\varphi)$, zu integriren[1]), vielmehr nahm man zur Vereinfachung derselben zunächst an, die Elongationen φ der Magnet-Nadel seien so klein, dass man:

10. ..... $\sin\varphi = \varphi$

setzen oder also: $^1/_6\,\varphi^2$ neben 1 vernachlässigen könne; und sodann machte man die Hypothese, es sei innerhalb der Grenzen von φ, die bei Galvanometern mit Spiegelablesung vorkommen, stets:

11. ..... $f(\varphi) = f(0) = \text{constans}$

zu setzen, wo $f(0)$ den Werth der Multiplikatorfunction für $\varphi = 0$ darstellt.

Nur insofern, als diese Bedingungen bei dem Experiment erfüllt sind, kann die Gleichung 5. an Stelle der allgemeinen Gleichung 9. gesetzt und das Resultat der Integration der erstern zur Berechnung der Beobachtungen verwendet werden. Diese Beschränkung gilt nicht bloss in unserm Falle in Betreff der Benutzung der Gleichung I. resp. 1. und 2. zur Bestimmung der Inclination, sondern auch z. B. hinsichtlich der Benutzung der Relationen:

12. ..... $\begin{cases} 2\beta = \left(\frac{M^2.K^2}{N.W} + \frac{l}{N}\right) = 2\frac{\lambda}{T} & \text{und} \\ 2\beta' = \frac{l}{N} = 2\frac{\lambda_0}{T_0} \end{cases}$

zur Ermittelung der Multiplikator-Constanten $K = f(0)$, wie dies W. Weber[2]) und F. Kohlrausch[3]) gethan haben, wobei λ das natürliche logarithmische Decrement und T die

---

1) Vergleiche W. Weber, Zur Galvanometrie. Abhandlungen der Gesellsch. der Wissensch. zu Göttingen. Bd. 10, S. 55. 1862.

2) W. Weber, Zur Galvanometrie S. 23.

3) F. Kohlrausch, Zurückführung der Siemens'schen galvan. Widerstandseinheit auf absolutes Maass. Pogg. Ann. Ergsbd. VI. S. 11. — Kohlrausch nennt das Product: MK, W. Weber: $\frac{MK}{N}$ den Empfindlichkeitscoefficienten des Multiplikators.

Schwingungsdauer des Magnets bei geschlossenem Multiplikator, also mit Dämpfung durch inducirte Ströme, und λ_0 und T_0 dieselben Grössen bei geöffnetem Multiplikator bedeuten.

Bei unsern obigen Versuchen war angenähert für beide Apparate:

$$\Phi = 3^\circ\ 5' \qquad \Phi' = 1^\circ\ 4'.$$

Es ist somit:

$$\tfrac{1}{6} \text{ arc. } {}^2\Phi = 0{,}000457 \qquad \tfrac{1}{6} \text{ arc. } {}^2\Phi' = 0{,}000051.$$

Um einigermaassen beurtheilen zu können, welchen Einfluss auf das Endresultat es ausübe, wenn wir nach Gleichung 10. $\sin\varphi = \varphi$ setzen resp. also die vorstehenden Grössen neben 1 vernachlässigen, nehmen wir an, dass diese Grössen als Fehler der Maximal-Elongationen Φ und Φ' in der angenäherten Gleichung:

$$\operatorname{tg} i = \frac{\Phi}{\Phi'}$$

zu betrachten seien. Durch Differentiation folgt hieraus:

$$di = \tfrac{1}{2} \sin.\ 2\ i.\ \frac{d\Phi}{\Phi} \text{ und } di' = \tfrac{1}{2} \sin.\ 2\ i.\ \frac{d\Phi'}{\Phi'}$$

so dass also, wenn wir für $\frac{d\Phi}{\Phi}$ den Werth von $\frac{1}{6}$ arc. ${}^2\Phi$ und für $\frac{d\Phi'}{\Phi'}$ den Werth von $\frac{1}{6}$ arc. ${}^2\Phi'$ einsetzen, für $i = 70^\circ\ 41'$ wird:

$$di = 29''{,}1 \qquad di' = 3''{,}1.$$

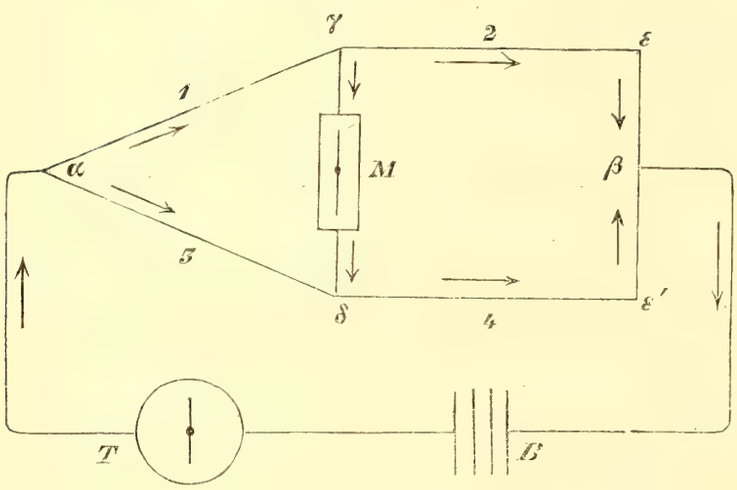
Von der Nichterfüllung der durch die Gleichung 10. repräsentirten Bedingung entspringt also in unserm Falle ein Fehler in der gesuchten Inclination, der nur von der Ordnung einer *halben Bogenminute* ist, also die Differenz der Resultate beider Inclinatorien nicht zu erklären vermag. *Als Ursache der letztern bleibt somit nur anzunehmen, dass die Bedingung 11. der Constanz der Multiplikatorfunction bei unsern Multiplikatoren nicht erfüllt sei und bei beiden eine verschieden grosse Abweichung von derselben stattfinde.*

Ich habe mich nun umsonst bemüht, in der Literatur irgend welche *experimentelle* Belege für den allgemein als Axiom betrachteten Satz zu finden, dass die *Multiplikatorfunction für Galvanometer mit Spiegelablesung durch Fernrohr und Scale innerhalb der hier gewöhnlich in Betracht kommenden Winkelgrenzen als Constante zu betrachten sei.* Die Fehlerquelle konnte also in der That hier liegen und es blieb daher nichts anderes übrig, als die Multiplikatorfunction der beiden Multiplikatoren empirisch zu bestimmen. Diese Bestimmung habe ich bei beiden Instrumenten nach folgenden zwei verschiedenen Methoden ausgeführt.

Erste Methode zur Bestimmung der Multiplikatorfunction: $f(\varphi)$.

Das Princip dieser Methode besteht darin, den zu untersuchenden Multiplikator in die Brücke der bekannten Wheatstone'schen Drahtcombination einzuschalten, und, während man beständig die Intensität des Stammstromes mit einer Tangentenboussole misst, die Ablenkungen des Multiplikatormagnets zu beobachten, welche durch den Multiplikator geschickte Zweigströme verschiedener Stärke hervorbringen. Die Intensität der letztern aber wird durch Veränderung der Zweigwiderstände variirt und lässt sich aus dem bekannten Verhältniss dieser Widerstände berechnen.

Wenn nämlich in dem beistehenden Schema des Apparats $\alpha\,\beta\,\gamma\,\delta$ die Wheatstone'sche Drahtcombination, B die galvanische Batterie und T die Tangentenboussole im ungetheilten oder Stammstrome α β und M den zu untersuchenden Multiplikator in der Brücke γ δ repräsentiren, und wir die Intensität des Stammstromes durch J, die des Stromes in der Brücke resp. im Multiplikator durch i_m und die Widerstände der Zweige α γ (= 1), β γ (=2), $\alpha\,\delta$ (= 3), β δ(= 4) sowie der Brücke resp. durch w_1, w_2, w_3, w_4 und w_m bezeichnen, so ist nach den Kirchhoff'schen Sätzen:



$$i_m = J\,\frac{w_2\,w_3 - w_1\,w_4}{w_m\,(w_1 + w_2 + w_3 + w_4) + (w_1 + w_3)\,(w_2 + w_4)}.$$

Angenommen es sei: $w_1 = w_3 = w$ gemacht, so vereinfacht sich der vorstehende Ausdruck zu:

$$i_m = J\,\frac{w\,(w_2 - w_4)}{w_m\,(2\,w + w_2 + w_4) + 2\,w\,(w_2 + w_4)}.$$

Es sei nun, wie das Schema zeigt, ein Theil der Zweige 2 und 4 durch einen geradlinigt ausgespannten Draht $\varepsilon\,\varepsilon'$ gebildet, auf dem sich das Ende β des Stammstromdrahtes verschieben lässt, so wird durch eine solche Verschiebung das Verhältniss der Widerstände der Zweige 2 und 4 geändert und doch ihre Summe dieselbe bleiben.

Wir können somit:

$$w_2 = w' \pm u \text{ und } w_4 = w' \mp u$$

setzen, wenn u den Widerstand des Drahtstückes darstellt, um welches man das Drahtende β nach der einen oder andern Seite von der Stelle aus verschoben hat, wo der Strom im Multiplikator verschwand oder

$$w_2 = w_4 = w'$$

war. Der Ausdruck für i_m wird jetzt:

$$i_m = J \frac{u\,w}{w_m\,(w + w') + 2\,w\,w'} = J.\text{u.}\ A \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \textbf{13.}$$

wo A bei einem bestimmten Apparat für die Dauer der Versuche als constante Grösse betrachtet werden kann. Durch allmähliche Vergrösserung von u kann man also den Strom im Multiplikator beliebig anwachsen lassen:

Es ist nun beim Multiplikator:

$$i_m = H \frac{\sin \varphi}{f(\varphi)}$$

und bei der Tangentenboussole

$$J = \frac{H}{B} \operatorname{tang} \psi \qquad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \textbf{14.}$$

wenn H die Horizontal-Componente des Erdmagnetismus, B die Constante der Tangentenboussole, ψ die der Stromstärke J entsprechende Ablenkung des Magnets bei der letzern und φ die beim Strom i_m beobachtete Ablenkung am Multiplikator darstellen.

Aus 13. und 14. folgt:

$$f(\varphi) = \frac{\sin \varphi}{\operatorname{tang} \psi} \cdot \frac{B}{A} \cdot \frac{1}{u} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \textbf{15.}$$

so dass also die mit der Zeit variable Grösse H ohne Einfluss auf diese Bestimmungen bleibt und neben den Beobachtungsgrössen φ, ψ und u nur noch die beiden Constanten A und B vorkommen, deren absolute Werthe leicht zu ermitteln sind. Da es uns indessen hier nicht auf die Kenntniss des absoluten Werths der Multiplikatorfunction, sondern bloss ihrer relativen Werthe für verschiedene Winkel φ ankömmt, so kann B und A unbestimmt bleiben. Machen wir nämlich eine zweite Beobachtung bei einer andern Stellung des Drahtendes β auf dem gespannten Drahte, so erhalten wir für die alsdann beobachteten Werthe φ', ψ' und u' eine zweite Gleichung wie № 15 und aus beiden ergiebt sich die Relation:

$$\frac{f(\varphi)}{f(\varphi')} = \frac{\sin \varphi}{\sin \varphi'} \cdot \frac{\operatorname{tang} \psi'}{\operatorname{tang} \psi} \cdot \frac{u'}{u} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \textbf{16.}$$

Die Wheatstone'sche Brücke, deren ich mich zur Ausführung der Bestimmungen nach dieser Methode bediente, hat folgende Einrichtung, die sich durch ihre Bequemlichkeit auch sonst zu Widerstandsmessungen empfehlen dürfte.

Am einen Rand eines Eichen-Brettes *a b c d* Fig. 1 der beiliegenden Tafel sind vier Klemmschrauben *M*, *M'* und *B*, *B'* befestigt. Von *B* geht ein dicker Kupferdraht zum Quecksilbernapf α, in den die einen amalgamirten Kupferdrahtenden zweier kleinen Neusilberdrahtspulen 1 und 3 eintauchen, während die andern Kupferenden in den Quecksilbernäpfen *g* und *f* stecken, die mit den Quecksilbernäpfen γ und δ durch Kupferbügel entweder gerade oder über Kreuz verbunden werden können. Von γ führt ein dicker Kupferdraht zu einer Siemens'schen Widerstands-Scale *W*, deren anderes Ende durch einen gleichen Draht wieder mit dem Quecksilbernapf ε verbunden ist; analog ist auf der andern Seite durch zwei gleiche dicke Kupferdrähte die Verbindung zwischen den Quecksilbernäpfen δ, *e* (Einschaltestelle für zu untersuchende Widerstände) und ε' hergestellt. Zwischen den Quecksilbernäpfen ε und ε' ist der, dem Drahte ε ε' in unserm Schema entsprechende Rheostat *R* eingeschaltet. Auf der Oberfläche eines Marmorcylinders ist nämlich nach einer Schraubenlinie ein 2 Millimeter dicker Neusilberdraht aufgewunden, dessen beide Enden mit den von einander isolirten Theilen *i* und *i'* der Messingaxe des Marmorcylinders verbunden sind. An diese Axenenden angelöthete Kupferscheiben, die in untergestellte Kupferblechrinnen mit Quecksilber tauchen, stellen unbeschadet der Drehbarkeit und Längsverschiebung die Leitung mit festen zu den Quecksilbernäpfen ε und ε' führenden dicken Kupferdrähten her. Ueber der Mitte des Cylinders wird die Peripherie einer Neusilber-Rolle durch eine starke Feder bei β an den Draht angepresst; durch Drehen des Cylinders um seine Axe mif der Kurbel *K* wird derselbe in der bekannten Weise längs seiner Axe verschoben und so das Verhältniss der zwischen β und dem einen und andern Axenende liegenden Stücke des Neusilberdrahts verändert; dabei werden die ganzen Umdrehungen des Cylinders an einer seitlichen linearen und die Hundertstel einer Umdrehung an einer Kreis-Theilung direct abgelesen, die Tausendstel derselben leicht geschätzt. — Von der Contact-Rolle β führt ein isolirter Kupferdraht zur Klemmschraube *B'*, ist aber beim Stromschliesser *S* für gewöhnlich unterbrochen, indem dort erst durch Niederdrücken eines federnden Hebels die beiden Quecksilbernäpfe *qq* leitend verbunden werden. Entsprechend ist von den beiden Drähten, welche von γ zur Klemmschraube *M* und von δ nach *M'* führen, der letztere beim Schliesser *S* zwischen den Quecksilbernäpfen *q'q'* unterbrochen, die durch Niederdrücken eines 2ten Hebels geschlossen werden.

Die beiden Klemmschrauben *M* und *M'* sind mit dem Galvanometer, in unserm Falle also mit dem zu untersuchenden Multiplikator *Mr.* verbunden, während die beiden andern *B* und *B'* mit der Batterie *Bt.* in Verbindung gesetzt werden. In unserm Falle war in die letztere Leitung noch der Gyrotrop *G* zur Umkehr des Stromes, eine zweite Siemens'sche Wiederstandsscale *W'* zur Regulirung der Stromstärke und endlich die Tangenten-Boussole *T. B.* eingeschaltet. Die galvanische Batterie *Bt.* bestand aus einem einzigen Meidinger'schen Elemente. Die Tangenten-Boussole ist seiner Zeit nach den Angaben des Akademikers von Jacobi von Mechanikus Krause in St. Petersburg für das physikal. Cabinet der Akademie der Wissenschaften angefertigt und später von Mechanikus Brauer wesentlich

verbessert worden. Sie besitzt die von Helmholtz angegebene, unter dem Namen Gaugain'sche *Tangentenboussole* bekannter gewordene, Einrichtung. Die konischen Drahtrollen beiderseits, deren einzelne Windungen je von der Magnetnadel um die Hälfte ihres Radius abstehen, haben je 13 Windungen eines ungefähr 1 Mm. dicken Drahts und der mittlere dieser Drahtkreise hat einen Durchmesser von 334,6 Mm. Die Magnetnadel ist 42 Mm. lang, von einem sehr starken kupfernen Dämpfer umgeben, oberhalb mit einem Planspiegel versehen und an einem ungefähr 40 Cm. langen Coconfaden in einer Messingröhre mit Torsionskopf aufgehängt. Die Drehungen des Magnet-Spiegels können entweder mit Fernrohr und Scale aus der Ferne beobachtet oder dann mit Hülfe eines excentrischen Collimatorfernrohrs, das auf der Alhidade des Horizontalkreises sitzt, durch Einstellung auf die Normale des Spiegels an diesem getheilten Kreise bis auf 10″ gemessen werden. Die Construction des Apparats erlaubt auch, messbare Drehungen der Drahtrollen für sich, sowie zusammen mit dem Aufhängerohr des Magnets vorzunehmen, so dass das Instrument auch als Sinusboussole zu benutzen ist. Vermittelst der erstern Drehung der Drahtrollen für sich wurden diese genau parallel zum magnetischen Meridian orientirt, indem man die Stellung aufsuchte, wo ein durch sie geleiteter Strom den Magnet nicht mehr ablenkte, und dann von da aus um 90° zurückdrehte.

Aus den beobachteten Ablenkungen ψ der Magnetnadel bei dieser Tangentenboussole lässt sich für kleine ψ die Stromintensität J in absolutem Maasse nach der Formel:

$$J = 0{,}22243 \cdot \frac{R}{n} \cdot H.\text{tang } \psi \left(1 + 0{,}432 \frac{l^4}{R^4}\right)$$

berechnen, wo H die Horizontal-Componente des Erdmagnetismus, n die Zahl der Drahtwindungen auf beiden Rollen und l die halbe Länge des Magnets repräsentirt und für R mit genügender Annäheruug der Halbmesser der mittlern Windung der Rollen zu setzen ist. Wenn also, wie in unserm Falle, der Strom durch alle Windungen der Rollen geht, so ist auch, da $R = 167{,}3$, $l = 21{,}0$ und $n = 26$:

$$J = 1{,}4313 . H.\text{tang } \psi \, (1 + 0{,}000107); \quad \ldots\ldots\ldots\ldots \quad \mathbf{17.}$$

das Correctionsglied in der Klammer ist also hier in der That als sehr klein zu vernachlässigen und die Constante B in Gleichung 14., wird somit:

$$B = \frac{1}{1{,}4314}.$$

Der Winkel ψ wurde bei den nachfolgenden Messungen ausschliesslich mit Fernrohr (58 malige Vergrösserung) und Scale (Papierscale auf Holz, in halbe russische Linien getheilt) beobachtet. In *Scalentheilen ausgedrückt* wurde die Entfernung E'' von Scale und

Spiegel mit Berücksichtigung der Brechung der Lichtstrahlen im Spiegel und in der planparallelen Verschlussplatte:

$$E'' = 3730{,}8$$

gefunden, so dass man hat:

18. ..... $\text{tang}\,\psi = \frac{\sigma}{2E''}\left[1 - \left(\frac{\sigma}{2E''}\right)^2\right] = \alpha \,.\, \sigma\,(1 - \beta \,.\, \sigma^2),$

wo:

$$\alpha = 0{,}00013402 \qquad \beta = 0{,}00000001796.$$

Beim Multiplikator Meyerstein ist nach Früherem:

19. ..... $\sin\varphi = \frac{s}{2E}\left[1 - \frac{3}{2}\left(\frac{s}{2E}\right)^2\right] = a \,.\, s\,(1 - b \,.\, s^2),$

wo:

$$a = 0{,}00011860 \qquad b = 0{,}00000002110.$$

Für die *Prüfung des Multiplikators* Meyerstein nimmt also die Gleichung 16. numerisch folgende Gestalt an:

20. ..... $\frac{f(\varphi)}{f(\varphi')} = \frac{u'}{u}\,\frac{s}{s'}\,\frac{\sigma'}{\sigma}\,[1 - b\,(s^2 - s'^2)]\,[1 - \beta\,(\sigma'^2 - \sigma^2)].$

Hier sind für s unmittelbar die am Multiplikator und für σ die an der Tangentenboussole abgelesenen Scalentheile einzusetzen und b und β haben die obigen Zahlenwerthe. Für u würden ebenfalls die in Vielfachen und Bruchtheilen einer Umdrehung ρ des Rheostaten-Cylinders ausgedrückten Längen des Neusilberdrahtes unmittelbar einzusetzen sein, wenn man sicher wäre, dass die Widerstände der einzelnen Theile dieses Drahtes ihren Längen proportional seien und dass bei der Wheatstone'schen Brücke in der That die Widerstände der Zweige 1 und 3 gleich seien, wie es die Theorie voraussetzt.

Unser Apparat gestattet sich von dieser Gleichheit in sehr einfacher Weise zu überzeugen. Wenn man nämlich nach gerader Verbindung der Quecksilbernäpfe g und γ, sowie f und δ die Stellung von β am Rheostaten R aufgesucht hat, wo der Strom in der Brücke resp. im Multiplikator *Mr.* verschwindet, so sind die Widerstände der Zweige $1 = \alpha\gamma$ und $3 = \alpha\delta$ offenbar genau gleich, wenn nach Verbindung von f mit γ und g mit δ, also über's Kreuz, das Gleichgewicht resp. die Annullirung des Stroms in der Brücke noch fortbesteht. In dieser Art wurde die Gleichheit von 1 und 3 geprüft resp. durch Schaben an einen der Drähte hergestellt.

Es erübrigte jetzt bloss noch, eine Verification des Widerstandes der einzelnen Theile des Rheostatendrahtes auszuführen. Zu dem Ende schaltete ich im Zweige 4 der Wheatstone'schen Brücke bei e das Jacobi'sche Voltagometer (mit Platindraht und Quecksil-

bercontact) zusammen mit einem kurzen, an zwei dicke Kupferbügel angelötheten Neusilberdrahte ein. Diese Kupferbügel tauchten in zwei Quecksilbernäpfe ein; es konnte also der Neusilberdraht, ohne ihn zu berühren, einfach dadurch in die Leitung ein- oder ausgeschaltet werden, dass man die zwei zuleitenden Kupferdrähte in die beiden Quecksilbernäpfe eintauchte oder in einem derselben vereinigte. Bei ausgeschaltetem Neusilberdraht wurde der Rheostat R so gestellt, dass kein Strom durch den Multiplikator ging, darauf der Neusilberdraht eingeschaltet und nun am Rheostat R bis zur Wiederherstellung der Neutralisation des Stroms in der Brücke vorwärts gedreht. Dann ist offenbar der Widerstand u des Drahtstückes, um welches der Rheostat verstellt wurde, gleich der Hälfte des Widerstandes des Neusilberdrahtes. Unter Belassung des Rheostaten in seiner Stellung schaltete ich sodann nach Entfernung des Neusilberdrahtes am Voltagometer so viel Draht ein, bis wieder Gleichgewicht eintrat. Wurde jetzt der Neusilberdraht wieder in die Leitung gebracht, so gestattete die Wiederherstellung des Gleichgewichts durch Vorwärtsdrehen am Rheostaten ein weiteres Drahtstück desselben zu ermitteln, dessen Widerstand der Hälfte des Widerstandes desselben Neusilberdrahtes gleich war u. s. w. Auf solche Weise angestellte Beobachtungen ergaben, dass die Hälfte des constanten Widerstandes unseres Hülfs-Neusilberdrahtes der Reihe nach am Rheostaten, dessen Umfang gleich ρ sei,

zwischen	$11^{\rho},7$	und	$12^{\rho},2$	entspreche	$0^{\rho},517$
»	12,2	»	12,7	»	0,517
»	12,7	»	13,2	»	0,514
»	13,2	»	13,7	»	0,513
»	13,7	»	14,2	»	0,515
»	14,2	»	14,7	»	0,520
»	11,7	»	12,2	»	0,519
»	14,7	»	15,2	»	0,518
»	15,2	»	15,7	»	0,519
»	15,7	»	16,2	»	0,518
»	16,2	»	16,7	»	0,516
»	16,7	»	17,2	»	0,518
»	17,2	»	17,7	»	0,520
»	11,7	»	12,2	»	0,518

Die in der Mitte und am Schluss wiederholte Einstellung für das erste Intervall des Rheostaten-Drahts zeigt, dass der Neusilberdraht während der Dauer der Versnche seinen Widerstand nicht über die Fehlergrenze der einzelnen Beobachtung *i. e.* $\pm 0^{\rho},001$ bis $\pm 0^{\rho},002$ hinaus verändert hat. Im Durchschnitt war also der constante Widerstand

$$= 0^{\rho},5173$$

und die mittlere Abweichung der einzelnen Drahtstücke von diesem Werthe:

$$\pm\ 0^{\circ},0016.$$

Innerhalb der Fehlergrenze dieser Messungen können also in der That *die Widerstände der einzelnen Stücke des Rheostatendrahtes als ihrer Länge proportional betrachtet werden.*

Bei den Beobachtungen zur Bestimmung der Multiplikatorfunction stand ein kleiner Tisch mit der Wheatstone'schen Brücke und der Batterie unmittelbar neben dem Pfeiler, auf welchem das Fernrohr mit Scale für die Ablesung der Ablenkung des Multiplikatormagnets sich befindet, und neben diesem war auf einem andern Steinpfeiler das Fernrohr mit Scale zur Beobachtung des Magnetstandes der Tangenten-Boussole aufgestellt, welche selbst auf einem Granitpfeiler im westlichen Arm des kreuzförmigen Saales stand.

Die Beobachtungen erfolgten in der Art, dass man zuerst die Stellung des Contactes β am Rheostaten aufsuchte, wo kein Strom in der Brücke der Wheatstone'schen Drahtcombination resp. in unserm Multiplikator circulirte und dabei sowohl den Gleichgewichtsstand des Multiplikatormagnets als auch die constante Ablenkung an der Tangenten-Boussole notirte. Darauf wurde der Rheostat genau um eine halbe Umdrehung vorwärts bewegt, die constanten Ablenkungen am Multiplikator und der Tangenten-Boussole notirt, der Strom durch den Gyrotrop G umgekehrt und ebenso die beiderlei Ablenkungen nach der entgegengesetzten Seite beobachtet. Dieselben Ablenkungsbeobachtungen erfolgten dann, nachdem am Rheostaten eine weitere Verstellung um $^1/_2{}^{\circ}$ stattgefunden hatte u. s. w.

Die nachstehende Tabelle giebt die in dieser Weise unmittelbar erhaltenen Beobachtungs-Daten beim *Multiplikator von* Meyerstein:

Rheostat.		Multiplikator.		Tangenten-Boussole.	
$11^{\circ},715$	u	431,0	$2s$	683,0	2σ
12,215	0,500	388,9—473,1	84,2	293,5—684,0	390,5
12,715	1,000	347,5—516,2	168,7	293,0—684,0	391,0
13,215	1,500	305,3—560,4	255,1	291,0—683,5	392,5
13,715	2,000	264,1—603,2	339,1	290,5—683,5	393,0
14,215	2,500	221,1—646,0	423,9	290,0—683,5	393,5
14,715	3,000	181,8—688,2	506,4	290,0—683,0	393,0
15,215	3,500	141,0—731,3	590,3	289,0—682,5	393,5
15,715	4,000	100,9—772,9	672,0	288,5—682,0	393,5
16,215	4,500	60,4—814,9	754,5	288,0—682,0	394,0
16,715	5,000	21,7—856,2	834,5	287,5—681,5	394,0
17,215	5,500	— —897,1	914,5*	287,5— —	394,0*
17,715	6,000	— —937,0	992,5*	287,0—681,0	394,0
11,718	—	438,0		681,0	

wo die mit einem Stern (*) bezeichneten Werthe bloss aus den Elongationen nach *einer* Seite interpolirt sind, da die auf der andern Seite über die Scale hinausgingen.

Aus dieser Tabelle ergeben sich die nachstehenden Werthe von u, σ und s, sowie die daraus nach Formel 20. berechneten Werthe der Multiplikatorfunction $f(\varphi)$ für die den Scalentheilen s entsprechenden Winkel φ, wenn wir die Function für $s = 42{,}10$ gleich 1,0000 annehmen:

Multiplikator von Meyerstein:

u	σ	s	$f(\varphi)$	Differenz für 1^s
0,5	195,25	42,10	1,0000	0,00001
1,0	195,50	84,35	1,0004	0,00010
1,5	196,25	127,55	1,0044	0,00010
2,0	196,50	169,55	0,9999	0,00004
2,5	196,75	211,95	0,9983	0,00009
3,0	196,50	253,20	0,9948	0,00007
3,5	196,75	295,15	0,9921	0,00010
4,0	196,75	336,00	0,9877	0,00009
4,5	197,00	377,25	0,9839	0,00013
5,0	197,00	417,25	0,9787	0,00011
5,5	197,00	457,25	0,9743	0,00015
6,0	197,00	496,25	0,9686	

Hieraus folgt, dass das Verhältniss der Multiplikatorfunctionen für die bei unsern obigen Bestimmungen nach der Multiplikationsmethode mit dem Meyerstein'schen Apparate erhaltenen Maximal-Elongationen: $s = 458$ und $s' = 158$ (Bestimmung vom 5. August) statt 1,0000 sei:

$$\frac{f(158)}{f(456)} = \frac{1{,}0012}{0{,}9742} = 1{,}0277.$$

Gegen die Zuverlässigkeit dieses Resultates könnte eingewendet werden, dass bei den obigen Messungen die Ablenkungen an der Tangenten-Boussole etwas klein waren und desshalb den Beobachtungsfehlern da ein zu grosser Einfluss auf das Resultat gestattet worden sei. Es wurde daher noch eine directe Vergleichung der Werthe der Multiplikatorfunction ungefähr für die beiden obigen Scalentheile angestellt, nachdem ich den Stammstrom durch Verminderung des Widerstandes an der Scale W' vermindert und dafür denjenigen der Brücke vermehrt hatte, um am Multiplikator doch keine grösseren Ausschläge als früher zu erhalten.

Diese Beobachtungen ergaben:

Rheostat.		Multiplikator.		Tangenten-Boussole.	
$11{,}640^{\rho}$	u	469,1	$2s$	327,7	2σ
14,700	3,060	311,3—633,1	321,8	14,0—637,2	623,2
20,350	8,710	29,8—922,0	892,2	13,0—636,6	623,6
11,640		473,1		324,6	

Hierau folgt:

$$\frac{f(160{,}9)}{f(446{,}1)} = \frac{160{,}9}{446{,}1}\,\frac{8{,}710}{3{,}060}\,\frac{311{,}8}{311{,}6}\,1{,}00365 = 1{,}0311.$$

Diese unmittelbare Bestimmung ergiebt also eher eine noch etwas grössere Differenz der Multiplikatorfunction für unsere zwei Haupt-Elongationen. Statt gleich zu sein, sind hiernach die Werthe der Multiplikatorfunction beim Meyerstein'schen Multiplikator für die hier in Betracht kommenden Elongationen um circa 3 Procent verschieden.

Eine ganz entsprechende Beobachtungsreihe wie die erstere habe ich auch beim Leyser'schen *Multiplikator* angestellt. In der folgenden Tabelle sind die Endresultate derselben enthalten, wobei analog wie dort die Werthe der Multiplikatorfunction nach der Formel 20. unter der Voraussetzung berechnet wurden, dass diejenige für den ersten Werth von s nämlich 46,65 gleich 1,0000 sei und wobei in Gleichung 19. resp. 20. für die Constanten a und b jetzt die für den Leyser'schen Multiplikator geltenden, nämlich:

$$a = 0{,}00011903 \qquad b = 0{,}000000021253$$

gesetzt wurden.

Multiplikator von Leyser.

u	σ	s	$f(\varphi)$	Differenz für 1^s
0,5	196.25	46,65	1,0000	0,00012
1,0	196,50	93,95	1,0057	0,00004
1,5	196,75	141,40	1,0074	0,00006
2,0	196,75	189,15	1,0103	0,00000
2,5	196,75	236,50	1,0102	0,00006
3,0	196,75	283,10	1,0072	0,00007
3,5	196,75	329,40	1,0039	0,00006
4,0	196,75	375,70	1,0011	0,00005
4,5	196,50	421,60	0,9989	0,00005
5,0	196,25	467,00	0,9964	

Aus dieser Tabelle ergiebt sich wieder als Relation der speciellen, bei unsern obigen Messungen mit dem Leyser'schen *Apparat* in Betracht kommenden Werthe der Multiplikatorfunction:

$$\frac{f(157)}{f(451)} = 1{,}0111 \qquad \frac{f(162)}{f(467)} = 1{,}0123.$$

Aus denselben Gründen wie beim Multiplikator Meyerstein wurden mit stärkerem Stammstrom, resp. grössern Ablenkungen an der Tangenten-Boussole, auch hier noch einige unmittelbare Bestimmungen speciell der vorstehenden Werthe der Multiplikatorfunction ausgeführt.

Für die Grösse: u, σ, s ergaben sich dabei folgende Werthe:

u	σ	s
2,040	308,05	159,65
5,860	307,40	452,95
2,015	308,85	157,80
5,770	309,15	448,35.

Hieraus folgt:

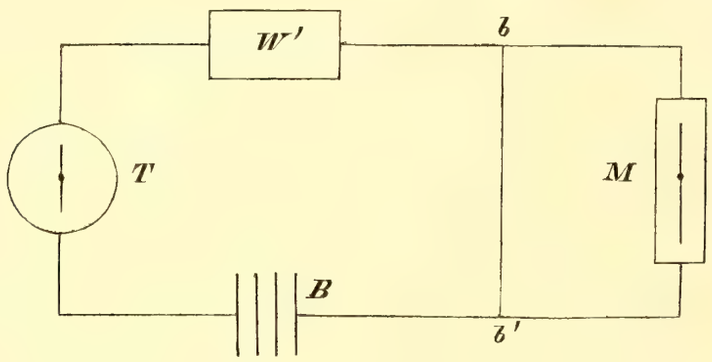
$$\frac{f(159{,}65)}{f(452{,}95)} = 1{,}0142 \qquad \frac{f(157{,}80)}{f(448{,}35)} = 1{,}0126.$$

Auch beim Multiplikator Leyser differiren also die unmittelbaren Bestimmungen der zweierleiWerthe der Multiplikatorfunction noch etwas mehr als die vorigen. Im Uebrigen aber beträgt hier die Abweichung von der Constanz wenig mehr als 1 Procent.

Diese Thatsache könnte also bereits die bedeutende Verschiedenheit der mit beiden Inductions-Inclinatorien erhaltenen Resultate erklären, indessen lässt sich gegen die vorstehende Bestimmung der Multiplikatorfunctionen noch ein nicht ganz ungewichtiger Einwand erheben. Der Strom, der sich auf dem Rheostaten R von β aus nach den Zweigen 2 und 4 verbreitet, trifft beiderseits Löthstellen von Neusilber und Kupfer, welche also durch ihn je nach der Stromesrichtung abgekühlt oder erwärmt werden und so zu secundären thermoelectrischen Strömen Veranlassung geben können. So lange als nun, wie dies bei den gewöhnlichen Widerstandsbestimmungen immer der Fall ist, die Ströme in den Zweigen 2 und 4 wegen der Gleichheit der Widerstände $w_1 = w_3$ und $w_2 = w_4$ im Moment der Annullirung des Stromes in der Brücke, gleiche Intensität ($i_2 = i_4$) besitzen, werden diese thermoelectrischen Ströme ebenfalls gleich stark sein und somit in der Brücke keinen Strom geben resp. das einmal hergestellte Gleichgewicht nicht stören. Wenn dagegen, wie bei Bestimmung der Multiplikatorfunction nach der obigen Methode, die Zweigwiderstände w_2 und w_4 ungleich sind, so wird auch i_2 grösser oder kleiner als i_4 werden und damit eine verschiedene Erwärmung oder Abkühlung der fraglichen Löthstellen eintreten, die zu einem theilweise auch durch den Multiplikator gehenden thermoelectrischen Strome Veranlassung giebt. Dieser secundäre Strom wird also den von uns berechneten Strom i_m in der Brücke etwas modificiren, ohne dass es möglich erscheint, diese Verstärkung oder Schwächung in sicherer Weise in Rechnung bringen resp. empirisch bestimmen zu können. Allerdings kehrt sich auch dieser secundäre Strom um, wenn wir den Stammstrom umwenden, allein da dann auch der Strom im Multiplikator die entgegengesetzte Richtung hat, so findet im einen wie andern Fall Addition resp. Subtraction der beiden Ströme statt. Die einzige Methode zur quantitativen Bestimmung dieser thermoelectrischen Polarisation liesse sich nur durch eine sehr bedeutende Complication des Apparates zur Ausführung bringen und ebenso hätte die Vermeidung solcher thermoelectrischer Störungsquellen bei dieser Methode die Herstellung eines ganz neuen Apparates erfordert. Es erschien daher viel einfacher, noch Bestimmungen nach der folgenden anderen Methode anzustellen, welche von diesem Einwurf frei ist.

Zweite Methode zur Bestimmung der Multiplikatorfunction $f(\varphi)$.

Das Princip dieser Methode besteht einfach darin, einen durch die Tangenten-Boussole gehenden Stammstrom zwischen dem Multiplikator und einem Nebenzweige so zu theilen, dass der Zweigstrom im Multiplikator an der Scale des letztern ungefähr dieselbe Ablenkung hervorbringt, wie der Stammstrom bei der Tangentenboussole und darauf durch Variation der Intensität des Stammstroms eine Reihe vergleichbarer Ablenkungen an beiden Instrumenten hervorzubringen.



Bezeichnen wir wieder in dem beistehenden Schema die Intensität des durch die Tangenten-Boussole T fliessenden Stammstromes der Batterie B mit J und diejenige des Zweigstromes im Multiplikator M mit i_m, so besteht die Relation:

21. ..... $$i_m = J \frac{w_b}{w_m + w_b},$$

wo w_m den Widerstand des Multiplikatorzweiges und w_b denjenigen des Zweiges bb' darstellt. Führen wir hier für i_m und J ihre, durch die respectiven Ablenkungen φ und ψ der Magnete definirten Werthe nach den Gleichungen 14. ein, so kommt auch:

22. ..... $$f(\varphi) = B. \left(1 + \frac{w_m}{w_b}\right) . \frac{\sin \varphi}{\operatorname{tang} \psi}.$$

Heissen wir die einer andern Stärke der Ströme bei ungeändertem Verhältniss $\frac{w_m}{w_b}$ entsprechenden gleichzeitigen Ablenkungen an der Tangentenboussole und am Multiplikator resp. ψ' und φ', so wird diese Beobachtung eine zweite Gleichung wie 22., ergeben und aus beiden folgt dann:

23. ..... $$\frac{f(\varphi)}{f(\varphi')} = \frac{\sin \varphi}{\sin \varphi'} \cdot \frac{\operatorname{tang} \psi'}{\operatorname{tang} \psi}.$$

Die Gleichung ist streng richtig, insofern bei der fragl. Tangentenboussole das Tangentengesetz wirklich gültig ist und so lange als das Verhältniss der beiden Widerstände w_m und w_b unverändert bleibt. Wir haben gesehen, dass bei unserer Tangentenboussole

jenes Gesetz in der That sehr genau gilt, und was die Constanz des Verhältnisses $\frac{w_m}{w_b}$ betrifft, so werden, wenn der Zweig bb' aus derselben Substanz wie der Multiplikatordraht besteht, Aenderungen der Temperatur des Locals ohne Einfluss darauf bleiben und nur die Erwärmung durch die cursirenden Ströme selbst wird in dem Brückendraht bedeutender sein als im Multiplikatorzweig, also den Widerstand w_b verhältnissmässig stärker verringern als w_m. Dieser Fehlerquelle wird am einfachsten dadurch begegnet werden, dass man die Abkühlung des Zweigdrahtes bb' durch das umgebende Medium erleichtert; alsdann wird, da ja bei der sehr geringen absoluten Intensität der hier in Betracht kommenden Ströme die Erwärmung überhaupt eine sehr geringe ist, auch jene Differenz ganz unschädlich werden. Bei der Anwendung desselben Metalls werden endlich auch störende thermoelectrische Ströme von selbst wegfallen.

Diesen Bemerkungen gemäss habe ich dem Beobachtungsapparat die durch die Figur 2 der beiliegenden Tafel dargestellte Einrichtung gegeben. Die Bedeutung der Buchstaben ist hier ganz dieselbe wie früher. Auch hier kam nur *ein* Meidinger'sches Element zur Verwendung, dessen Strom durch die Siemens'sche Widerstandsscale W' beliebig verändert werden konnte. Der Pohl'sche Stromwender G' diente ebenfalls zur Umkehr der Ströme in beiden Galvanometern. Was endlich die Brücke bb' betrifft, so bestand sie aus einem ungefähr 1 Meter langen Stück desselben, 2 Mm. dicken Kupferdrahtes, der zum Multiplikator führte, war zu einer ganz freien und losen Spirale aufgewunden und mit ihren Enden an die zwei Verbindungsdrähte mit dem Multiplikator angelöthet, die weiterhin bei a und a' durch Quecksilbernäpfe mit der übrigen Leitung in Contact gesetzt waren.

Für die Berechnung der nach dieser Methode bei den beiden Multiplikatoren angestellten Beobachtungen ist die Formel 23. durch nachstehende zu ersetzen:

$$\frac{f(\varphi)}{f(\varphi')} = \frac{s}{s'} \cdot \frac{\sigma'}{\sigma} [1 - b(s^2 - s'^2)] [1 - \beta(\sigma'^2 - \sigma^2)] \quad \ldots\ldots\ldots\ldots \textbf{24.}$$

wo in beiden Fällen bei der Tangenten-Boussole:

$$\beta = 0{,}00000001796$$

und beim *Multiplikator* Meyerstein:

$$b = 0{,}00000002110,$$

beim *Multiplikator* Leyser aber:

$$b = 0{,}00000002125$$

zu setzen ist.

Die beiden folgenden Tabellen geben die aus den Beobachtungen abgeleiteten Daten für s und σ, sowie die daraus für die verschiedenen s nach der vorstehenden Formel berech-

neten Werthe der Multiplikatorfunction $f(\varphi)$, wenn man wieder diejenige für die kleinste Scalenablesung s resp. den kleinsten Winkel φ gleich 1,0000 annimmt:

Multiplikator Meyerstein.

s	σ	$f(\varphi)$	Differenz für 1s
34,33	44,85	1,0000	
			0,00010
71,20	93,50	1,0051	
			0,00004
109,00	142,85	1,0030	
			0,00006
143,60	187,65	1,0000	
			0,00007
180,55	235,20	0,9967	
			0,00009
220,20	285,65	0,9922	
			0,00005
257,55	333,10	0,9889	
			0,00008
298,20	384,10	0,9849	
			0,00008
323,80	416,05	0,9823	

Multiplikator Leyser.

55,45	66,95	1,0000	
			0,00011
106,00	128,70	1,0055	
			0,00005
159,35	193,05	1,0031	
			0,00003
215,75	261,05	1,0016	
			0,00006
274,25	330,75	0,9979	
			0,00001
333,95	402,60	0,9971	

Beim Multiplikator Meyerstein sind überdies noch einige Zeit vor und unmittelbar nach der obigen Beobachtungsreihe angenähert für die hauptsächlich in Betracht kommenden Elongationen gesonderte Bestimmungen des Verhältnisses der Multiplikatorfunctionen ausgeführt worden, welche folgende Daten ergaben:

s	σ	
119,25	155,55	$\frac{f(155,55)}{f(443,02)} = 1,0205$
346,00	443,02	
150,95	196,95	$\frac{f(196,95)}{f(414,20)} = 1,0179.$
322,90	414,20	

Aus der obigen Tafel findet man durch Interpolation für diese beiden Quotienten die Werthe: 1,0224 und 1,0126, welche zeigen, dass die langandauernde Stromschliessung keinen erheblichen Einfluss auf das Resultat gehabt hat.

Die nach der 2ten Methode zur Bestimmung der Multiplikatorfunction erhaltenen Daten ergaben nun behufs Vergleich mit den Resultaten der ersten Methode:

$$\text{Multiplikator Meyerstein: } \frac{f(158)}{f(456)} = 1{,}0234$$
$$\text{Multiplikator Leyser: } \frac{f(157)}{f(451)} = 1{,}0079.$$

Wir ersehen hieraus, dass zwar zwischen den Multiplikatorfunctionen der hier in Betracht kommenden zwei Elongationen bei der Bestimmung nach der 2. Methode etwas (ungefähr 0,5 Procent) geringere Differenzen für beide Multiplikatoren sich ergeben, dass aber immerhin diese Differenzen noch recht beträchtlich sind und insbesondere die Differenz beim Multiplikator von Meyerstein bedeutend (circa 3 Male) grösser ist als beim Multiplikator von Leyser.

Betrachten wir endlich noch im Allgemeinen den Gang der Multiplikatorfunctionen für beide Instrumente, wie er sich aus den Bestimmungen nach der einen und andern Methode ergeben hat, so zeigt sich übereinstimmend mit wachsenden Elongationen der Magnetnadel eine anfängliche Zunahme der Multiplikatorfunction, die dann für eine gewisse — bei Leyser grössere, bei Meyerstein kleinere Elongation — ein Maximum erreicht und von da an für grössere Ablenkungswinkel wieder abnimmt, und zwar bei Leyser viel langsamer als bei Meyerstein. Die nach beiden Methoden erhaltenen Werthe der Multiplikatorfunction differiren ferner beim Leyser'schen Multiplikator etwas mehr als beim Meyerstein'schen, wo sie nur wenig auseinander gehen; auch beim erstern dürften aber die Abweichungen die Unsicherheit, welche unsern Bestimmungen überhaupt noch anhaftet, wenig überschreiten. Es folgt also hieraus, dass die angegebene Fehlerquelle bei den Bestimmungen nach der ersten Methode nur einen geringen Einfluss auf das Resultat gehabt haben kann. Wo es darauf ankommt, würden wiederholte und mit Auswahl der günstigsten Umstände angestellte Beobachtungsreihen jedenfalls die Sicherheit dieser Bestimmungen der Multiplikatorfunction bedeutend weiter treiben lassen. Hier kam es mehr darauf an, sich ein Urtheil darüber zu verschaffen, inwiefern überhaupt die behauptete Constanz der Multiplikatorfunction bei kleinen Ablenkungswinkeln in Wirklichkeit als bestehend zu betrachten sei. Desshalb schien es mir auch erlaubt, für die graphische Darstellung des Ganges der Multiplikatorfunctionen unserer zwei Instrumente das ungefähre Mittel der beiderlei Bestimmungen zu nehmen, angenähert auch die Werthe dieser Functionen für 0° Ablenkung zu interpoliren und auf diese dann als Einheit oder Ausgangspunkt die Werthe für die übrigen Ablenkungen zu beziehen[1]). Auf diese Weise sind die beiden Curven in der beigegebenen Tafel erhalten worden, welche das Resultat unserer vorstehenden Untersuchung über die Multiplikatorfunction anschaulich darstellen.

1) Eine dritte Metthode zur Bestimmung der Multiplikatorfunction würde gestatten, unmittelbar die Relation $\frac{f(\varphi)}{f(0)}$ zu erhalten. Zu dem Ende müsste der Multiplikator ebenfalls um eine vertikale, in die Verlängerung des Aufhängefadens des Magnets fallende Axe drehbar und mit einem Spiegel zur Ablesung kleiner Drehungen mit Fernrohr und Scale versehen sein; dies würde gestatten, denselben Strom mit dem Multiplikator einmal in gewöhnlicher Weise und sodann unter Benutzung desselben als Sinusboussole, indem man mit den Windungen dem Magnet folgt, zu messen und so obige Relation zu bestimmen. Die Umstände erlaubten mir indessen nicht, die hierzu nöthige Umänderung des Apparats sofort auszuführen.

Die Curven zeigen, dass wenigstens bei unsern zwei Instrumenten, die Multiplikatorfunction selbst für kleine, d. h. bloss bis 3°25′ gehende Ablenkungen des Magnets aus der zu den Windungen parallelen Lage durchaus *nicht* als constante Grösse betrachtet werden kann, vielmehr innerhalb dieser Grenze beim einen Multiplikator (Leyser) Aenderungen bis zu 1,4 Procent und beim andern (Meyerstein) sogar bis zu 3,1 Procent ihres Werthes zeigt, womit also unsere Annahme auf S. 21 zur Erklärung der Differenzen in den Angaben der verschiedenen Inclinatorien als richtig erwiesen ist. Ob diese beträchtliche Abweichung von der Constanz und ganz besonders auch das eigenthümliche Ansteigen zu einem Maximumwerth[1]) für die Multiplikatorfunction dieser Art Multiplikatoren überhaupt gelte oder vielleicht bei den vorliegenden beiden Instrumenten, die nicht unter meiner Aufsicht gewunden sind, auf Unregelmässigkeiten der innern Windungen beruhen, wage ich auf Grundlage der Bestimmungen an bloss zwei Instrumenten nicht zu entscheiden. Wie Dem aber auch sei, das folgt jedenfalls aus unsern Untersuchungen, dass in Zukunft bei einem den Magnet eng umschliessenden Multiplikator die Multiplikatorfunction *nicht* ohne vorhergehende Verification nach einer der angegebenen oder irgend einer andern Methode für kleine Winkel als constant angenommen werden darf, wenn man nicht grobe, bis 3 Procent gehende Fehler riskiren will. Demzufolge dürfen auch da, wo es sich um genauere absolute Messungen handelt, die für die Bewegungen eines Magnets im Innern eines solchen Multiplikators unter jener Voraussetzung abgeleiteten Sätze *nicht* ohne Weiteres benutzt werden[2]).

Die Anwendung dieser Erfahrungen über die Multiplikatorfunction auf unsere Bestimmungen der Inclination mit den beiden Inductions-Inclinatorien erklärt wenigstens qualitativ vollkommen die beträchtlichen und bei beiden Instrumenten so verschiedenen Abweichungen der Resultate von denen des Nadel-Inclinatoriums. Da nämlich die Inductionsstösse stets nur beim Durchgang der Magnetnadel durch die den Windungen des Multiplikators parallele Gleichgewichtslage erfolgen, so kommt hiebei die Variation der Multiplikatorfunction mit dem Ablenkungswinkel nicht in Betracht; dieselbe spielt also bloss eine Rolle bei der Dämpfung der Bewegung der Magnetnadel. Nach Gleichung 9. wächst das Dämpfungsmoment mit dem Quadrat der Multiplikatorfunction und je grösser dieses Dämpfungsmoment ist, desto geringer werden bei gleichen auf den Magnet einwirkenden Stosskräften die Elongationen desselben ausfallen. Da nun der Magnet bei den Schwingungen unter dem Einfluss der durch die Vertikalcomponente des Erdmagnetismus inducirten Ströme zu den

---

1) Auch in unserm Fall muss, abgesehen von der Unsicherheit der interpolirten Werthe von $f(0)$, der aufsteigende Theil der Curven bis gegen das Maximum hin als weniger genau bezeichnet werden, da die Beobachtungsfehler bei den kleinen Ablenkungen einen verhältnissmässig viel grössern Einfluss auf das Resultat ausüben.

2) Es liegt nahe, zu vermuthen, dass vielleicht ein Theil der Differenz in den Resultaten von F. Kohlrausch und des *Standard-Committee* der *British Association* für den absoluten Widerstand der Siemens'schen Einheit auf der Nichtbeachtung oder wenigstens zu geringen Beachtung dieses Umstandes beruhe. Pogg. Ann. Ergbd. VI. S. 11.

grösseren Ablenkungswinkeln gelangt, wo die Multiplikatorfunction und also auch die Dämpfung einen geringern Werth besitzt, so muss offenbar die Maximal-Elongation des Magnets, die der Vertikal-Intensität entspricht, zu gross resp. grösser ausfallen, als wenn die Multiplikatorfunction wirklich, wie es die Theorie voraussetzt, für alle in Betracht kommenden Ablenkungswinkel denselben Werth besässe. Von den aus unsern Beobachtungen abgeleiteten Werthen von Φ und Φ' wird also der erstere relativ zu gross ausgefallen sein und es wird daher auch die Berechnung der Inclination nach der Formel I mit denselben einen zu grossen Werth der Inclination ergeben müssen. Dieser Fehler wird ferner beim Inductions-Inclinatorium von Meyerstein viel beträchtlicher sein müssen als bei demjenigen von Leyser, da der Multiplikator des erstern bei höhern Ablenkungswinkeln des Magnets eine viel raschere Abnahme der Multiplikatorfunction zeigt, als der des letztern. Die genaue Grösse aber des Fehlers lässt sich leider, wie wir gesehen haben, selbst dann nicht angeben, wenn die Multiplikatorfunction ganz sicher bestimmt wäre.

Will man also mit dem Inductions-Inclinatorium richtige Werthe der Inclination erhalten, so bleibt nur übrig, entweder einen Multiplikator anzuwenden, bei welchem wirklich die Multiplikatorfunction auch für grössere Ablenkungen constant ist oder dann die Versuche so einzurichten, dass nur kleine Ablenkungen erfolgen, für welche die Multiplikatorfunction noch als hinlänglich constant gelten kann.

Bei unsern Instrumenten könnten kleinere Maximal-Ablenkungen, wenn man bei der Beobachtung die *Multiplikationsmethode* beibehalten wollte, sehr einfach durch stärkere Magnetisirung der Magnetstäbe erzielt werden. Es erschien indessen viel zweckmässiger, zu dem Ende die *Reflexionsmethode oder Methode der Zurückwerfung* anzuwenden, da diese zugleich eine viel sicherere Bestimmung des logarithmischen Decrements involvirt.

Inclinations-Beobachtungen nach der Reflexionsmethode.

An den Beobachtungen nach der Reflexionsmethode betheiligte sich Herr J. Kurländer, erster Observator an der k. ungarischen Central-Anstalt für Meteorologie und Erdmagnetismus in Budapest, bei Gelegenheit seines Besuches im Observatorium in Pawlowsk. Es geschah dies in der Art, dass abwechselnd der eine von uns am Fernrohr die Scalentheile ablas, während der andere nach dessen Commando die Inductor-Rolle umlegte; ebenso wurden auch die Berechnungen der Beobachtungen zwischen uns getheilt. Da Herr Kurländer von Budapest her bereits Uebung in diese Art von Beobachtungen besass, so können unsere Messungen durchaus auf gleichen Werth Anspruch machen und ich bin ihm daher für seine wirksame Hülfe um so mehr zu Dank verpflichtet. Es bedarf kaum der Erwähnung, dass auch vor diesen Beobachtungen eine neue Justirung aller Theile beider Apparate

erfolgte und bei jeder Einstellung der Inductor-Rolle die Axe derselben neu nivellirt wurde.

Als Beispiel der Beobachtungen und ihrer Berechnungen theile ich diejenige vom *12. September 1878* am Leyser'schen *Apparat* in extenso mit.

Die an der Scale beobachteten 4 Umkehr-Stellungen des Magnets, nicht in der Reihenfolge der Beobachtungen selbst, sondern nach der Grösse der Scalentheile geordnet, waren

bei horizontaler Drehungsaxe:

Zeit.					Temperatur.
		439,0			
$9^h\ 32^m$ a.	151,0	344,4	549,8	685,5	16°1
	187,6	342,6	536,1	691,2	
	188,7	342,9	536,0	691,3	
	189,0	343,1	536,2	691,5	
	189,0	343,1	536,2	691,6	
$9^h\ 39^m$ a.	189,0	343,2	536,3	691,6	16,1
		440,0			

bei vertikaler Drehungsaxe:

		441,0			
$9^h\ 51^m$ a.	339,8	407,2	479,2	526,7	16°1
	352,5	406,1	473,9	527,7	
	352,0	406,0	473,5	527,6	
	351,9	406,0	473,4	527,6	
	352,1	406,1	473,6	527,6	
$9^h\ 58^m$ a.	352,1	406,1	473,6	527,7	16,1
		442,0			

wo die Zahlen mitten über und unter den Zahlenreihen die vor und nach den Schwingungsbeobachtungen abgelesenen Gleichgewichtsstände des Magnets darstellen.

Wie man sieht werden die Elongationen je schon von der 4ten, durch einen Strich von den vorigen abgetrennten Reihe an constant. Als Mittel dieser constanten Elogationen ergiebt sich also:

Drehungsaxe horizontal:	189,00	343,13	536,23	691,57
» vertikal:	352,03	406,07	473,53	527,63

und hieraus folgt für die Differenz der beiden grossen Elongationen resp. die doppelte grosse constante Amplitude: $2s_a$ und für die doppelte kleine constante Amplitude: $2s_b$

Drehungsaxe horizontal:	$2s_a = 502{,}57$	$2s_b = 193{,}10$
» vertikal:	$2s'_a = 175{,}60$	$2s'_b = 67{,}46$

Nach W. Weber[1]) werden nun wieder die Horizontal- und Vertikalintensität des Erdmagnetismus: H und V gefunden durch die Ausdrücke:

$$\left.\begin{aligned} V &= C\frac{\varphi_a^2 + \varphi_b^2}{\sqrt{\varphi_a \varphi_b}} e^{-\frac{\lambda}{\pi}\operatorname{arctg}\frac{\lambda}{\pi}} \\ H &= C'\frac{\varphi_a'^2 + \varphi_b'^2}{\sqrt{\varphi_a' \varphi_b'}} e^{-\frac{\lambda'}{\pi}\operatorname{arctg}\frac{\lambda'}{\pi}} \end{aligned}\right\} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \textbf{25.}$$

wo die Constante $C = C'$ ist, wenn die Temperatur aller Theile des Apparats, die Multiplikatorconstante, der Magnetismus des Magnets und die Horizontal-Componente des Erdmagnetismus bei beiden Beobachtungen dieselben geblieben sind. Es bedeuten ferner φ_a, φ_b etc. die den obigen grossen und kleinen constanten, in Scalentheilen ausgedrückten Amplituden s_a und s_b etc. entsprechenden Winkel und die natürl. logarithmischen Decremente λ und λ' sind gegeben durch:

$$\left.\begin{aligned} \lambda &= \text{log. nat.}\frac{\varphi_a}{\varphi_b} = 2{,}30258 \text{ log.}\frac{\varphi_a}{\varphi_b} = 2{,}30258\,\lambda_g \\ \lambda &= \text{log. nat.}\frac{\varphi_a'}{\varphi_b'} = 2{,}30258 \text{ log.}\frac{\varphi_a'}{\varphi_b'} = 2{,}30258\,\lambda_g' \end{aligned}\right\} \ldots\ldots\ldots \textbf{26.}$$

Die gesuchte Inclination wird also für $C = C'$ sein:

$$\operatorname{tang} i = \frac{V}{H} = \frac{\varphi_a^2 + \varphi_b^2}{\varphi_a'^2 + \varphi_b'^2} \cdot \frac{\sqrt{\varphi_a' \varphi_b'}}{\sqrt{\varphi_a \varphi_b}} \cdot \frac{e^{-\frac{\lambda}{\pi}\operatorname{arctang}\frac{\lambda}{\pi}}}{e^{-\frac{\lambda'}{\pi}\operatorname{arctang}\frac{\lambda'}{\pi}}} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots \textbf{27.}$$

Da also auch hier wie früher die φ im Zähler und Nenner auftreten, so wird man nach Gleichung 2. setzen können:

$$\varphi_a = s_a\left(1 - \frac{s_a^2}{3E^2}\right) = 2s_a - \frac{(2s_a)^3}{3.(2E)^2} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \textbf{28.}$$

u. s. w.

Für das Leyser'sche *Inductions-Inclinatorium* hat man daher numerisch:

$$\varphi_a = 2s_a - (2s_a)^3 . 0{,}0000000047228$$

und für das Meyerstein'sche Instrument:

$$\varphi_a = 2s_a - (2s_a)^3 . 0{,}0000000046888.$$

1) W. Weber, Electrodynamische Maassbestimmungen, insbesondere Widerstandsmessungen. S. 354.

Unsere vorstehende Beobachtungsreihe bei Leyser gibt also:

$$\varphi_a = 501{,}98 \qquad \varphi_a' = 175{,}58$$

$$\varphi_b = 193{,}07 \qquad \varphi_b' = 67{,}46$$

$$\lambda_g = 0{,}41497 \qquad \lambda'_g = 0{,}41542$$

$$\lambda = 0{,}96435 \qquad \lambda' = 0{,}96540$$

$$\frac{\varphi_a^2 + \varphi_b^2}{\sqrt{\varphi_a \varphi_b}} = 929{,}21 \qquad \frac{\varphi_a'^2 + \varphi_b'^2}{\sqrt{\varphi_a' \varphi_b'}} = 325{,}08$$

$$e^{-\frac{\lambda}{\pi} \operatorname{arctg} \frac{\lambda}{\pi}} = 0{,}91374 \qquad e^{-\frac{\lambda'}{\pi} \operatorname{arctg} \frac{\lambda'}{\pi}} = 0{,}91321.$$

Hieraus folgt in erster Annäherung:

$$\operatorname{tang} i_1 = \frac{\varphi_a^2 + \varphi_b^2}{\varphi'a^2 + \varphi'b^2} \cdot \frac{\sqrt{\varphi_a' \varphi_b'}}{\sqrt{\varphi_a \varphi_b}}, \qquad i_1 = 70^\circ\ 43'\ 5''$$

und genau:

$$\operatorname{tang} i = \operatorname{tang} i_1 \frac{e^{-\frac{\lambda}{\pi} \operatorname{arctg} \frac{\lambda}{\pi}}}{e^{-\frac{\lambda'}{\pi} \operatorname{arctg} \frac{\lambda'}{\pi}}}, \qquad i = 70^\circ\ 43'\ 40''.$$

Mit Berücksichtigung der Correction aber, die durch den Einfluss des Multiplikatormagnets bedingt wird, erhalten wir schliesslich nach dieser Bestimmung als wahre Inclination:

$$i = 70^\circ\ 43'\ 44''{,}5 = 70^\circ\ 43'{,}74,$$

welcher Werth für das Mittel der Anfangs- und Endzeit der Beobachtungen i. e. $9^h 45^m a.$ gelten wird.

In der folgenden Tabelle sind sämmtliche in dieser Art gewonnene Beobachtungsdaten und die ersten Resultate ihrer Berechnung für das *Inductions-Inclinatorium* von Leyser aufgeführt. Dabei sind nur die Anfangs- und Endzeiten, sowie die Anfangs- und Endtemperaturen des Beobachtungslocals angegeben.

1878.	Zeit.	Temp.	$2s_a$	$2s_b$	λ_g	λ	Beobachter am Multiplik.
2. September	$11^h\ 35^m$ a.[1])	17°0	501,65	188,73	0,42411	0,97655	Kurländer
	11 59	17,0	174,96	65,76	0,42490	0,97838	
3. September	1 32 p.	16,6	501,35	185,96	0,43028	0,99076	Wild
	1 57	16,6	175,30	65,13	0,42995	0,99001	
	2 14	16,7	501,26	186,14	0,42982	0,98972	Kurländer
	2 35	16,8	175,14	65,06	0,42999	0,99010	
12. September	9 32 a.	16,1	502,57	193,10	0,41497	0,95552	Wild
	9 58	16,1	175,60	67,46	0,41542	0,95655	
	10 0	16,1	502,78	193,32	0,41465	0,95478	Kurländer
	10 28	16,3	175,60	67,46	0,41540	0,95651	
	10 34	16,3	502,30	193,26	0,41437	0,95414	Wild
	10 55	16,4	175,43	67,47	0,41455	0,95455	
	11 1	16,4	502,20	193,15	0,41453	0,95450	Kurländer
	11 34	16,5	175,46	67,52	0,41467	0,95483	

Aus den Werthen für λ ergiebt sich zunächst keine sehr ausgesprochene Beziehung zur Temperatur des Lokals, die allerdings nicht bedeutend variirt hat, dagegen stellt sich heraus, dass durchweg die Werthe von λ^1 (bei vertikaler Axenlage) grösser sind als die von λ (bei horizontaler Axenlage).

Die aus diesen Daten berechneten Werthe der Inclination i unter Hinzufügung der Correction $+4''$ sind endlich in der nachstehenden Tabelle wieder mit den für dieselben mittleren Zeitpunkte aus den Aufzeichnungen des Magnetographen abgeleiteten Inclinationen zusammengestellt.

		Inclination.		
1878.		Inductor Leyser.	Magnetograph.	Differenz.
2. September	$11^h\ 47^m$ a.	70° 46′,14	70° 43′,35	2′,79
3. »	1 45 a.	42,62	40,52	2,10
3. »	2 25 p.	43,30	40,25	3,05
12. »	9 45 a.	43,35	41,43	1,92
12. »	10 14 a.	43,30	41,95	1,35
12. »	10 45 a.	43,52	41,63	1,89
12. »	11 17 a.	43,40	41,50	1,90

Es beträgt also die mittlere Differenz beider Instrumente: 2′,14 mit einem mittlern Fehler von $\pm$ 0′,58 und einem wahrscheinlichen Fehler von $\pm$0′,39 für eine Vergleichung.

Die entsprechenden Beobachtungen nach der Reflexionsmethode am *Inductions-Inclinatorium* von Meyerstein ergeben:

---

1) Eine vorhergehende Beobachtung von mir am 2. September musste verworfen werden, da erst nach derselben ein Fehler in der Justirung der Anschläge bemerkt wurde.

1878.	Zeit.	Temp.	$2s_a$	s_b	λ_g	λ	Beobachter am Multiplik.
15. August	3^h 2^m p.	18°,0	411,10	183,70	0,34956	0,80489	Wild
	3 28	18,0	143,65	64,10	0,35041	0,80685	
	6 37	18,0	410,60	183,50	0,34950	0,80477	Wild
	6 59	18,1	143,50	64,15	0,34963	0,80506	
	7 3	18,1	410,67	183,70	0,34923	0,80414	Kurländer
	7 29	18,0	143,56	64,10	0,35015	0,80627	
2. September	3 57	17,1	408,47	187,10	0,33881	0,78013	Wild
	4 24	17,0	142,83	65,30	0,33988	0,78260	
	4 30	17,0	407,97	187,37	0,33766	0,77750	Kurländer
	5 0	17,0	142,70	65,50	0,33815	0,77863	
3. »	9 54 a.	16,5	409,28	187,28	0,33924	0,78113	Wild
	10 24	16,6	142,70	65,20	0,34015	0,78321	
	10 28	16,7	409,08	187,43	0,33870	0,77988	Kurländer
	11 4	16,7	142,85	65,23	0,34040	0,78381	

Auch hier ist ohne Ausnahme λ^1 (aus den kleinen Amplituden bei vertikaler Drehungsaxe abgeleitet) grösser als λ.

Aus den Werthen der logarithmischen Decremente λ und λ^1 ergiebt sich somit ebenfalls, dass bei beiden Instrumenten die Multiplikatorfunction nicht constant sein kann.

Fügen wir wieder zu den hieraus berechneten Inclinationen die vom Einfluss des Multiplikatormagnets bedingte Correction $+15''$ hinzu, so erhalten wir folgende mit den aus den gleichzeitigen Registrirungen des Magnetographen abgeleiteten Inclinationen zu vergleichende Werthe:

		Inclination.		
1878.	Zeit.	Inductor Meyerstein.	Magnetograph.	Differenz.
15. August	3^h 15^m p.	70° 44′,30	70° 40′,68	3′,62
	6 48	43,52	40,30	3,22
	7 16	43,25	40,18	3,07
2. September	4 10	43,03	40,90	2,13
	4 45	42,75	40,15	2,60
3. »	10 9 a.	46,08	42,55	3,53
	10 46	44,52	42,55	1,97

Die mittlere Differenz der Angaben beider Instrumente beträgt also 2′,88 mit einem mittlern Fehler von $\pm$ 0′,66 und einem wahrscheinlichen Fehler von $\pm$ 0′,44 für eine Vergleichung.

Fassen wir die Resultate dieser beiderlei Bestimmungen nach der Zurückwerfungsmethode zusammen und berücksichtigen dabei, dass, wie schon früher nachgewiesen wurde, die aus den Aufzeichnungen des Magnetographen abgeleiteten Inclinationen ihrem absoluten Werth nach den mit dem Nadel-Inclinatiorium von Dover (№ 22) erhaltenen entsprechen und dass der oben angebene wahrscheinliche Fehler $\pm$ 0′,45 einer Inclinationsbestimmung mit

einer Nadel des letztern im Grunde auch nur den wahrscheinlichen Fehler einer Vergleichung dieser Bestimmung mit der aus den gleichzeitigen Magnetographen-Registrirungen abgeleiteten Inclination repräsentirt, so ergiebt sich also:

1. Eine vollständige Inclinationsbestimmung mit unsern Inductions-Inclinatorien, die Nivellirungen mit eingerechnet, nimmt nicht mehr als 30 Minuten Zeit in Anspruch. (Bei unserm Nadel-Inclinatorium dauert dagegen eine volltständige Messung mit einer Nadel 60 M.).
2. Der wahrscheinliche Fehler einer einzelnen Inclinationsbestimmung mit unsern Inductions-Inclinatorien nach der Zurückwerfungsmethode ist (bei beiden) sehr nahe gleich demjenigen einer Bestimmung der Inclination mit *einer* Nadel unsers Dover'schen Nadel-Inclinatoriums, nämlich $\pm 0{,}'4$.
3. Die mittlere Differenz der absoluten Inclinationen, welche man mit unserm Dover'schen Nadel-Inclinatorium (№ 22) im Mittel beider Nadeln einerseits und mit unsern Inductions-Inclinatorien nach der Zurückwerfungsmethode anderseits erhält, beträgt:

Inductor Meyerstein — Incl. Dover = 2′,88
Inductor Leyser — Incl. Dover = 2,14.

Während also bei den Bestimmungen nach der Multiplikationsmethode die Abweichungen zwischen den Angaben des Inductions-Inclinatoriums und des Nadel-Inclinatoriums nicht bloss viel bedeutender, sondern insbesondere auch für die beiden erstern Instrumente sehr verschieden ausfielen, sind dieselben jetzt viel geringer und nahe gleich gross geworden. Immerhin ist aber die Differenz für den Inductor von Meyerstein noch um einen die Fehlergrenze übersteigenden Betrag (0′,74) grösser geblieben und es würde daher, auch wenn die, obigen Erfahrungen bei der Multiplikationsmethode nicht vorlägen, nicht gestattet sein, die Resultate mit beiden Inductions-Inclinatorien als identisch zu betrachten und etwa darauf gestützt, die mittlere Differenz 2′,5 als die am Nadel-Inclinatorium zur Reduction seiner Angaben auf wahre absolute Inclination, anzubringende Correction anzusehen.

Ehe wir über die praktische Bedeutung der obigen Zahlen-Resultate etwas festsetzen, haben wir vielmehr wieder zu untersuchen, inwiefern die der Theorie zu Grunde liegenden, durch die Gleichungen 10. und 11. repräsentirten zwei Hypothesen bei diesen Beobachtungen nach der Zurückwerfungsmethode in Wirklichkeit erfüllt sind.

Wenn wir uns je an die beiden grössern Amplituden bei den Drehungen um die horizontale und vertikale Axe resp. also an die Werthe $\frac{1}{2}\varphi_a$ und $\frac{1}{2}\varphi'_a$ halten, deren Quotient auch schon sehr nahe der Tangente der Inclination i entspricht, so ist im Durchschnitt:

	$\frac{1}{2}\varphi_\alpha$	$\frac{1}{2}\varphi'_a$
bei Meyerstein	1° 23′	0° 29′
bei Leyser	1 43	0 36

und die durch die Hypothese 10. begangenen Fehler sind daher:

	$\frac{1}{6}$ arc. $\frac{2\varphi_a}{2}$	$\frac{1}{6}$ arc. $\frac{2\varphi'_a}{2}$
bei Meyerstein	0,0000771	0,0000140
bei Leyser	0,0001496	0,0000183

Durch ein entsprechendes Raisonnement und eine Berechnung nach denselben Formeln wie S. 21 ergeben sich als hiedurch bedingte Fehler *di* in der Inclination Grössen von folgender Ordnung:

	di	*di'*
bei Meyerstein	5″	1″
bei Leyser	10	1

Die Bedingung 10., dürfte somit hier vollkommen als innerhalb der Fehlergrenze der Beobachtungen erfüllt betrachtet werden.

Was dagegen die Hypothese 11., resp. die Constanz der Multiplikatorfunction betrifft, so variirt nach unsern Curven der Werth der letztern beim *Multiplikator von* Meyerstein zwischen den obigen Grenzen 0°29′ und 1°23′ Ablenkung von 1,0050 bis zum Max. Werth 1,0072 und von da herunter bis 1,0021 also *im Ganzen um 0,51 Procent* und beim *Multiplikator von* Leyser zwischen den Grenzen 0°36′ und 1°43′ Ablenkung von 1,0103 bis zum Max. Werth 1,0138 und von da herunter bis 1,0126, also *im Ganzen um 0,35 Procent.* Wenn nun auch, wie wir erwartet haben, in Folge der kleinen Amplituden der schwingenden Multiplikatormagnete bei dieser Beobachtungsmethode die hier noch in Betracht kommenden Variationen der Multiplikatorfunctionen relativ viel kleiner geworden sind, so erscheinen sie doch immer noch absolut so bedeutend, dass wir bei der völligen Unkenntniss, in der wir uns über den quantitativen Einfluss dieser Variationen auf das Endresultat, die Inclination, zur Zeit befinden, sehr wohl auch annehmen könnten, es würde nicht bloss die Differenz zwischen den Angaben beider Inductions-Inclinatorien bei wirklicher Constanz der Multiplikatorfunction ganz verschwinden, sondern auch das Resultat innerhalb der Fehlergrenze der Beobachtung ganz mit dem des Nadel-Inclinatoriums übereinstimmen, vielleicht sogar in entgegengesetztem Sinne um einige Minuten abweichen.

Auch beim Inductions-Inclinatorium wird also in Betreff des absoluten Werthes der Inclination, selbst bei kleinen Ablenkungen im Multiplikator, immer eine Unsicherheit von mehreren Minuten bleiben, wenn es nicht gelingt, entweder die Gesetze der Bewegung des Magnets in einem gewöhnlichen Multiplikator mit Berücksichtigung der Variabilität der Multiplikatorfunction mathematisch zu entwickeln oder dann, da hiezu wenig Aussicht vorhanden ist, *einen Multiplikator mit wirklich constanter Multiplikatorfunction wenigstens für kleine Ablenkungswinkel des Magnets herzustellen.* Dieser Forderung gegenüber ist die vollständige Theorie der Tangentenboussole von Prof. F. E. Neumann, auf welche ich seiner Zeit kurz

hingewiesen habe [1]), von der höchsten praktischen Bedeutung; sie gestattet, eine solche Combination von Rollenpaaren zu finden, dass ohne allzugrosse Beschränkung der relativen Länge des Magnets das Drehungsmoment des Stromes genau dem cos. des Ablenkungswinkels proportional, also für kleine Winkel genau genug als constant anzusehen ist. Die gewöhnliche Tangenten-Boussole ist wegen zu geringer Empfindlichkeit hier nicht anwendbar.

Wenn man also auch bei Beobachtungen mit dem Inductions-Inclinatorium nach ein und derselben Methode d. h. bei nahezu gleich grossen Ablenkungen des Multiplikatormagnets fortgesetzt untereinander sehr gut übereinstimmende Inclinationswerthe erhält, wie dies bei den erwähnten Beobachtungen in Budapest, und ebenso auch bei den zahlreichen ersten Messungen am Inductionsmagnetometer durch W. Weber und seine Mitarbeiter [2]) der Fall war, so ist dies noch kein Beweis für die *absolute* Richtigkeit der erhaltenen Inclinationen. Angesichts der hier mitgetheilten Erfahrungen gewinnen vielmehr diese Beobachtungsresultate erst dann eine solche absolute Bedeutung, wenn auf irgend eine Weise nachgewiesen worden ist, dass bei dem angewandten Multiplikator innerhalb der betreffenden Ablenkungsgrenzen des Magnets die Multiplikatorfunction genau genug als wirkliche constante Grösse zu betrachten ist [3]), und zwar dürfte hiebei eine Constanz von 0,001 bis 0,0005 des ganzen Betrags der Multiplikatorfunction praktisch ausreichend sein.

Die Resultate unserer vorliegenden Untersuchung lassen sich schliesslich dahin résumiren:

1) Die Bestimmung der Inclination mit dem Inductions-Inclinatorium erfordert nur halb so viel Zeit als diejenige mit *einer* Nadel eines gewöhnlichen Inclinatoriums.

---

1) Die Neumann'sche Methode zur Bestimmung der Polarisation und des Uebergangswiderstandes. Vierteljahresschrift der naturf. Gesellschaft in Zürich. Bd. II. S. 238. 1857.

2) W. Weber. Ueber die Anwendung der magnet. Induction auf Messung der Inclination etc. S. 14 und folg.

3) Bei den erwähnten Bestimmungen von W. Weber dürfte der absolute Fehler des Inductions-Inclinatoriums allerdings geringer als bei unsern sein, da er einen Multiplikator mit kreisförmigen Windungen benutzte, der also den Magnet nicht so nahe umschloss. Wie gross der Fehler war, lässt sich nicht beurtheilen, da bei allen Beobachtungen bloss die Multiplikationsmethode zur Anwendung kam und desshalb die Elongationen stets sehr nahe dieselben waren. Ebenso hat kein *directer Vergleich* mit den Angaben eines *Nadel-Inclinatoriums* stattgefunden, da selbstverständlich der S. 23 der erwähnten Abhandlung ausgeführte Vergleich mit den, 10 Jahre vorher durch Gauss am gleichen Ort mit einem gewöhnlichen Inclinatorium bestimmten Inclinationen nur dann als solcher betrachtet werden könnte, wenn die jährliche Inclinationsabnahme genau bekannt und somit in Rechnung zu bringen wäre. Der daselbst umgekehrt aus diesem Vergleich unter Voraussetzung der Richtigkeit des Resultats des Inductions-Inclinatoriums abgeleitete Werth der Säcularvariation der Inclination kann daher auch nur als Annäherung bezeichnet werden. — In *Budapest* dagegen könnte die Differenz von 5′,7 zwischen dem Mittel aller 6 Nadeln des gewöhnlichen Inclinatoriums und den Resultaten des Inductions-Inclinatoriums ganz gut als Fehler des letztern betrachtet werden, da die Abweichung in gleichem Sinne wie bei unsern Beobachtungen sich manifestirt und bei dem dortigen Multiplikator, von analoger Form wie die der unsrigen, die Ablenkungen bei horizontaler Axenlage 2°28′ und bei vertikaler 1°17′ im Durchschnitt betrugen, für welche selbst beim Leyser'schen Multiplikator der Unterschied der Multiplikatorfunctionen noch 0,7 Procent erreicht.

2) Die mit dem Inductions-Inclinatorium bestimmten Inclinationen können mindestens dieselbe *relative Genauigkeit* besitzen wie die mit den besten Nadel-Inclinatorien erhaltenen.

3) Dagegen bieten die gewöhnlichen Inductions-Inclinatorien mit Multiplikatoren, deren Windungen den Magnet eng umschliessen, für die Gewinnung *wahrer, absoluter Werthe der Inclination* nicht ohne Weiteres eine grössere Sicherheit als die Nadel-Inclinatorien dar.

4) Diese Unsicherheit in Betreff des absoluten Werthes der mit dem Inductions-Inclinatorium gewonnenen Inclination rührt davon her, dass im Allgemeinen bei Multiplikatoren mit, den Magnet eng umschliessenden Windungen *die Multiplikatorfunction nicht* und zwar selbst nicht für kleine Winkel bis zu 3°, *eine constante Grösse* darstellt, wie man allgemein angenommen hat. Die Variation dieser Function innerhalb jener Winkelgrenze ist z. B. bei einem unserer Instrumente so gross, dass das betreffende Inductions-Inclinatorium je nach der Grösse der Maximal-Elongation des Multiplikatormagnets jeden Werth der Inclination zwischen 70°44′ und 70°56′ geben kann, also auch um die Differenz dieser zwei Zahlen i. e. 12′ *relativ* unsichere Werthe unter verschiedenen äussern Umständen, an verschiedenen Orten, etc. liefern könnte.

5) Erst, wenn es gelungen sein wird, hinlänglich empfindliche Multiplikatoren *mit wirklich constanter Multiplikatorfunction* herzustellen, wovon man sich jeweilen empirisch nach den von uns mitgetheilten Methoden überzeugen kann, wird das Inductions-Inclinatorium seine ihm durch die Theorie angewiesene Aufgabe ganz erfüllen und absolut richtige, also auch unter verschiedenen äussern Umständen und an verschiedenen Orten unmittelbar vergleichbare Inclinationswerthe liefern.

Plan

des hölzernen eisenfreien Pavillons für absolute magnetische Messungen in Pawlowsk.

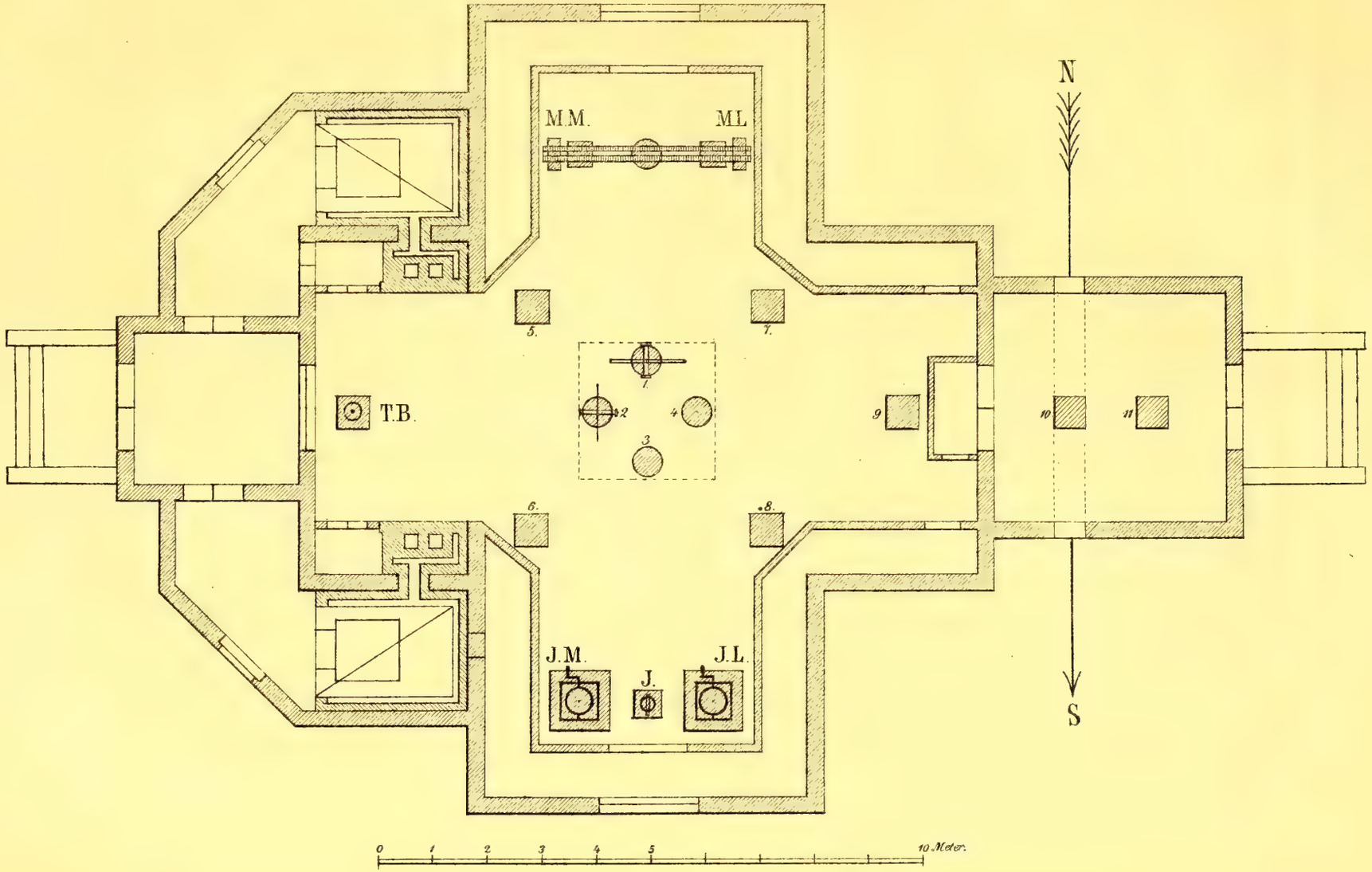


Fig. 1.

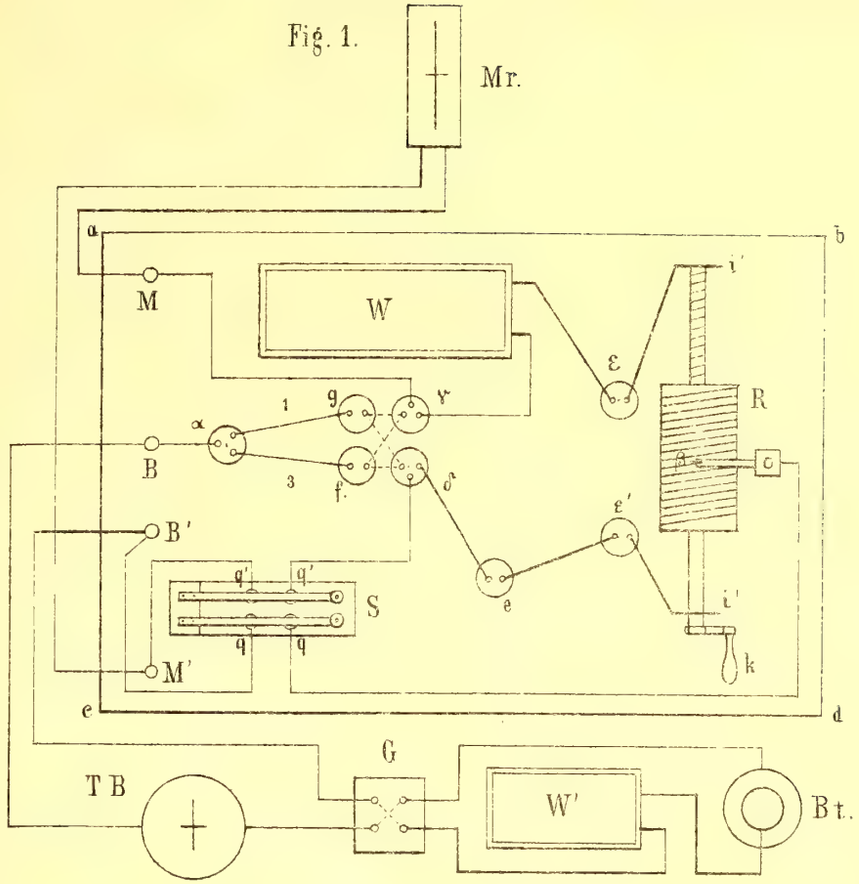
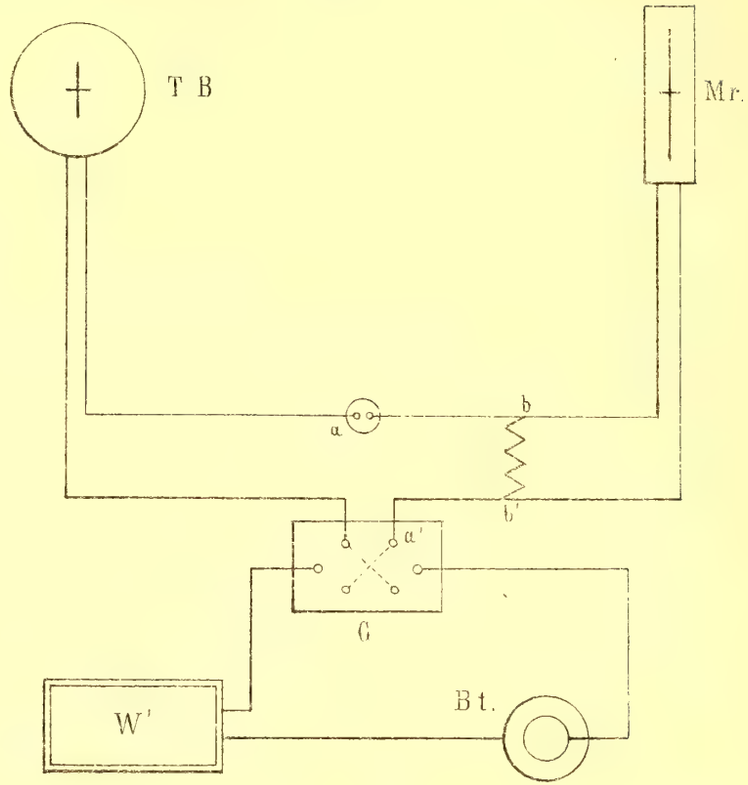
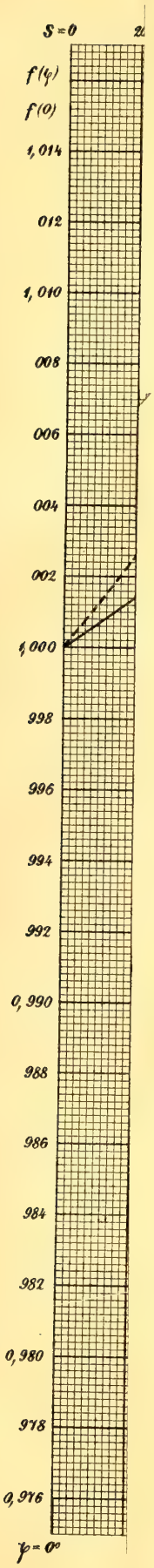
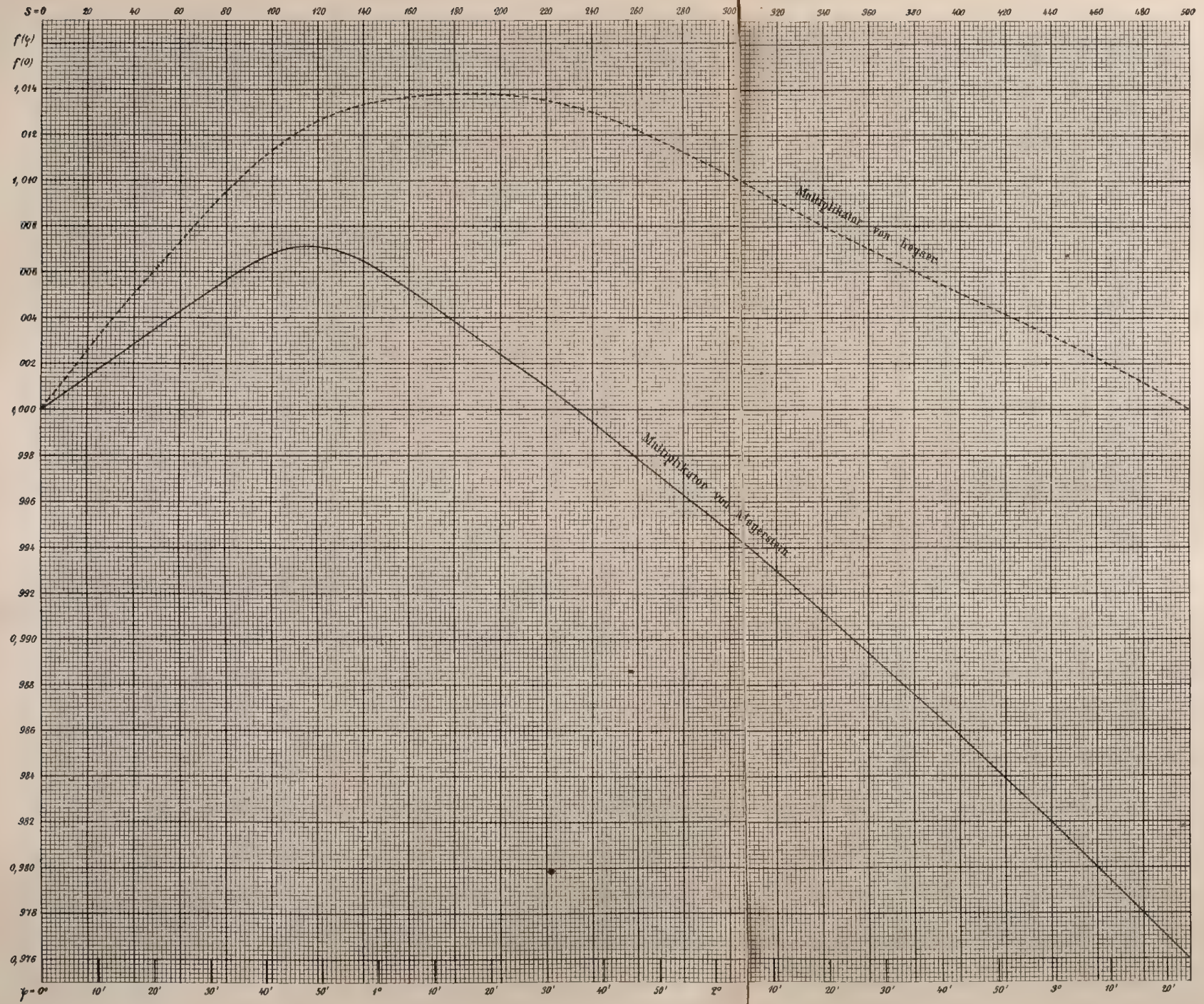


Fig. 2




S = 0
2
f(φ)
f(0)
1,014
012
1,010
008
006
004
002
1,000
998
996
994
992
0,990
988
986
984
982
0,980
978
0,976
φ = 0°

Gang der Multiplikatorfunction.



BEKANNTMACHUNG

der Kaiserlichen Akademie der Wissenschaften.

Als im Jahre 1847, bald nach Rückkehr des Herrn Dr. A. Th. von **Middendorff** von seiner sibirischen Reise, seitens der Akademie der Wissenschaften die Herausgabe seiner Reisebeschreibung in deutscher Sprache begann, wurde, einfacherer Berechnung wegen, für jeden Band derselben, ohne Rücksicht auf seinen Umfang und die Zahl der in ihm enthaltenen Tafeln, einförmig der Preis von 5 Rub. 40 Kop. (6 Thlr.) bestimmt. Gegenwärtig kann das Werk, ungeachtet einer Lücke im zweiten Bande, als vollendet betrachtet werden, und zwar enthält dasselbe 16 Lieferungen, die zu 4 Bänden zusammengestellt sind. Da jedoch der Inhalt des Werkes ein sehr mannigfaltiger und fast jede der Lieferungen einer besonderen Specialität gewidmet ist, so hat die Akademie, um die verschiedenen Theile des Werkes den betreffenden Fachgelehrten zugänglicher zu machen, die Bestimmung getroffen, dass von nun an wie die Bände so auch die Lieferungen einzeln im Buchhandel zu haben sein sollen, und zwar zu den folgenden, nach Umfang und Zahl der Tafeln normirten Preisen.

Dr. A. Th. v. Middendorff's Reise in den äussersten Norden und Osten Sibiriens während der Jahre 1843 und 1844 mit Allerhöchster Genehmigung auf Veranstaltung der Kaiserlichen Akademie der Wissenschaften zu St. Petersburg ausgeführt und in Verbindung mit vielen Gelehrten herausgegeben. 4 B^{de} in 4^0 (1847 — 1875).

	Silber.		Reichsm.	
	Rbl.	K.	Mrk.	Pf.
Bd. I. Th. I. Einleitung. Meteorologische, geothermische, magnetische und geognostische Beobachtungen. Fossile Hölzer, Mollusken und Fische. Bearbeitet von K. E. von Baer, H. R. Göppert, Gr. von Helmersen, Al. Graf. Keyserling, E. Lentz, A. Th. v. Middendorff, W. v. Middendorff, Johannes Müller, Ch. Peters. Mit 15 lith. Tafeln. 1848. LVI u. 274 S.	3	45	11	50
Bd. I. Th. II. Botanik. **Lf. 1.** Phaenogame Pflanzen aus dem Hochnorden. Bearbeitet von E. R. v. Trautvetter. 1847. Mit 8 lithogr. Tafeln. IX u. 190 S.	2	25	7	50
Lf. 2. Tange des Ochotskischen Meeres. Bearb. von F. J. Ruprecht. 1851. Mit 10 chromolithogr. Tafeln. (Tab. 9 — 18.) S. 193 — 435	3	95	13	20
Lf. 3. Florula Ochotensis phaenogama. Bearbeitet von E. R. v. Trautvetter und C. A. Meyer. Musci Taimyrenses, Boganidenses et Ochotenses nec non Fungi Boganidenses et Ochotenses in expeditione Sibirica annis 1843 et 1844 collecti, a fratribus E. G. et G. G. Borszczow disquisiti. Mit 14 lithogr. Tafeln. (19—31.) 1856. 148 S.	2	45	8	20
Bd. II. Zoologie. **Th. I.** Wirbellose Thiere: Annulaten. Echinodermen. Insecten. Krebse. Mollusken. Parasiten. Bearbeitet von E. Brandt, W. F. Erichson, Seb. Fischer, E. Grube. E. Ménétriès, A. Th. v. Middendorff. Mit 32 lith. Tafeln. 1851. 516 S. (Beinahe vergriffen.)	7	35	24	50
Th. II. Lf. 1. Wirbelthiere. Säugethiere, Vögel und Amphibien. Bearb. von Middendorff Mit 26 lithogr. Tafeln. 1853. 256 S. (Vergriffen.)	6	35	21	20
Bd. III. Ueber die Sprache der Jakuten. Von Otto Böhtlingk. **Th. I. Lf. 1.** Jakutischer Text mit deutscher Uebersetzung. 1851. 96 S.	—	80	2	70
Lf. 2. Einleitung. Jakutische Grammatik. 1851. S. LIV u. 97—397	2	30	7	70
Th. II. Jakutisch-deutsches Wörterbuch. 1851. 184 S.	1	40	4	70
Bd. IV. Sibirien in geographischer, naturhistorischer und ethnographischer Beziehung. Bearbeitet von A. v. Middendorff. **Th. I.** Uebersicht der Natur Nord- und Ost-Sibiriens. **Lf. 1.** Einleitung. Geographie und Hydrographie. Nebst Tafel II bis XVIII des Karten-Atlasses. 1859. 200 S. und 17 Tafeln des Atlasses	3	15	10	50
Lf. 2. Orographie und Geognosie. 1860. S. 201—332. (Vergriffen.)	1	10	3	70
Lf. 3. Klima. 1861. S. 333—523 u. XXV	1	70	5	70
Lf. 4. Die Gewächse Sibiriens. 1864. S. 525—783 u. LVI	2	45	8	20
Th. II. Uebersicht der Natur Nord- und Ost-Sibiriens. **Lf. 1.** Thierwelt Sibiriens. 1867. S. 785—1094 u. XIII	2	50	8	30
Lf. 2. Thierwelt Sibiriens (Schluss). 1874. S. 1095—1394	2	30	7	70
Lf. 3. Die Eingeborenen Sibiriens (Schluss des ganzen Werkes). 1875. S. 1395—1615. Mit 16 lith. Tafeln	3	25	10	80

MÉMOIRES
DE
L'ACADÉMIE IMPÉRIALE DES SCIENCES DE ST.-PÉTERSBOURG, VII^E SÉRIE.
TOME XXVI, N° 9.

RECHERCHES
SUR
L'INFLUENCE EXERCÉE PAR L'ISOMÉRIE DES ALCOOLS
ET
DES ACIDES SUR LA FORMATION DES ÉTHERS COMPOSÉS

PAR

N. Menschutkin.

Deuxième mémoire.

(*Présenté à l'Académie le 24 Octobre 1878.*)

ST.-PÉTERSBOURG, 1879.

Commissionnaires de l'Académie Impériale des sciences:

à St.-Pétersbourg:
MM. Eggers et C^ie, J. Issakof et J. Glasounof;

à Riga:
M. N. Kymmel;

à Leipzig:
M. Léopold Voss.

Prix: 30 Kop. = 1 Mrk.

MÉMOIRES
DE
L'ACADÉMIE IMPÉRIALE DES SCIENCES DE ST.-PÉTERSBOURG, VII^E SÉRIE.
TOME XXVI, N° 9.

RECHERCHES
SUR
L'INFLUENCE EXERCÉE PAR L'ISOMÉRIE DES ALCOOLS
ET
DES ACIDES SUR LA FORMATION DES ÉTHERS COMPOSÉS

PAR

N. Menschutkin.

Deuxième mémoire.

(*Présenté à l'Académie le 24 Octobre 1878.*)

ST.-PÉTERSBOURG, 1879.

Commissionnaires de l'Académie Impériale des sciences.

à St.-Pétersbourg:
MM. Eggers et C^ie^, J. Issakof et J. Glasounof;

à Riga:
M. N. Kymmel;

à Leipzig:
M. Léopold Voss.

Prix: 30 Kop. = 1 Mrk.

Imprimé par ordre de l'Académie Impériale des sciences.
Janvier 1879. C. Vessélofski, Secrétaire perpétuel.

Imprimerie de l'Académie Impériale des sciences.
(Vass.-Ostr., 9 ligne, № 12.)

Troisième partie.

(Continuation.)

Additions et corrections concernant l'éthérification des alcools primaires et secondaires.

I.

En continuant l'étude de l'influence de l'isomérie sur les phénomènes de l'éthérification, j'ai commencé à expérimenter avec les acides de la série saturée. Je fus fort étonné de rencontrer entre l'influence des divers acides sur l'éthérification d'autres régularités que celles que j'ai trouvé pour les alcools. Ce fût la cause qui me décida de recommencer l'étude de l'éthérification du système isobutylacétique, qui servait de point de comparaison avec les systèmes des autres acides. J'obtins des résultats autres que la première fois. En répetant les expériences avec les autres alcools, j'ai remarqué, que les expériences, que j'ai eu l'honneur de présenter a l'Académie, contiennent des erreurs systématiques. Ces erreurs proviennent en partie de la méthode d'analyse employée et qui consistait à faire le dosage volumétrique de l'acide libre restant à la fin de l'expérience, dans une solution aqueuse. La faute provenant de la méthode analytique défectueuse, n'est pas assez grande pour expliquer l'écart entre les expériences, qui contiennent par conséquant une autre erreur systématique, dont la cause je ne pourrais indiquer qu'à titre de conjectures. Procédons à mieux définir la première des erreurs indiquées.

Dans les premières séries d'expériences, l'acide libre restant à la fin de l'expérience était dosé volumétriquement en solution aqueuse. La méthode donne des résultats corrects quand on opère avec les alcools et leurs éthers solubles dans l'eau. L'insolubilité des alcools et des éthers dans l'eau, comme nous verrons plus loin, ne permet pas d'appliquer cette méthode, car on obtient moins d'acide libre restant, et par conséquant, on conclue qu'il s'est combiné plus d'acide avec l'alcool, qu'il ne l'est en effet. Dans les nouveaux essais, j'ai dosé l'acide libre, en solution alcoolique, en employant l'acide rosolique (dans

une solution alcoolique) comme indicateur. On procédait de la manière suivante. L'essai de l'éthérification terminé, on brisait le petit tube dans une fiole avec un bouchon le fermant hermétiquement et qui contenait de 30 à 40 c. c. d'alcool (95° Tr.). On titre dans la fiole en ajoutant de 4 à 5 gouttes de la solution de l'acide rosolique. La fin de l'analyse se déclare par le teint rouge-violacé que prend la liqueur. On peut l'apprécier très aisement, quoique la liqueur montre auparavant quelques teints intermédiaires. Comme exemple je cite un des dosages de l'acide acétique, par la méthode si dessus décrite.

Pris 0,1757 gr. d'acide acétique, dosé 0,1755 gr.

Passons maintenant à la comparaison des dosages effectués en solution aqueuse en présence de tournesol, avec les dosages faits en solution alcoolique avec l'acide rosolique comme indicateur. Quand les systèmes à analyser sont homogènes, les deux méthodes de dosage ne montrent aucune différence. Ainsi le même échantillon d'acide acétique fût analysé en solution aqueuse avec le résultat complètement concordant au dosage précédent.

Pris 0,1834 gr. d'acide acétique, dosé 0,1838 gr.

Les systèmes non homogènes donnent des chiffres différents quand on les dose des deux manières. Si l'alcool ou l'éther formé sont insolubles dans l'eau, le dosage en solution aqueuse donne un résultat plus haut que le dosage en solution alcoolique. En voici trois exemples:

	Dosage en solution aqueuse (tournesol)	Dosage en solution alcoolique (ac. rosolique)
Vitesse initiale de l'alc. isobutylique	45,00	44,60
» à 24 heures » »	67,17	66,65
» initiale de l'alc. octylique	47,65	46,59

Pour ces essais comparatifs, on préparait les tubes dans des conditions identiques, or dans la première partie de ce mémoire, on a montré, que dans ces conditions la différence entre les dosages ne s'élevait guerre à 0,1 %. Ici, au contraire, la différence peut s'élever à 1 %, et les différences sont toujours du même signe.

Voici ce que j'avais à dire quant à l'erreur de la méthode analytique, mais cette cause d'erreur ne peut expliquer à elle seule les différences entre mes nouveaux essais et ceux faits auparavant, ces différences étant plus grandes, que l'écart des méthodes. Faisons un essai pour rechercher qu'elle était l'autre faute commise dans les premières expériences.

Les nouvelles expériences furent faites avec les mêmes échantillons de l'acide acétique et des alcools que les premières — la différence ne pouvait donc provenir de la différence des matières premières. Si on compare les nouveaux résultats avec ceux obtenus antérieurement, on remarque que les chiffres pour la vitesse initiale sont presque les mêmes; les différences entre les résultats deviennent plus grandes à mesure qu'on chauffe plus longtemps.

Leur maximum tombe sur la détermination des limites. Non seulement avec le temps les différences deviennent plus grandes, elles le deviennent aussi avec l'augmentation du poids moléculaire d'alcool, c'est à dire, quand les quantités absolues de l'acide acétique présentes à l'expérience deviennent plus petites. Ces considérations me semblent indiquer que l'erreur commise doit avoir pour cause la résistance incomplète des tubes en verre, dans lesquels j'ai exécuté mes premières expériences, envers l'acide employé. J'ai trouvé que les tubes étaient bons (voyez I partie — les tubes de l'usine de M. Rüting & Co.), mais ils ne suffirent que pour les premières expériences et bientôt ils manquaint au magasin. Je fus obligé de prendre mes tubes au calibre dont j'avais besoin, dans maints endroits; ils étaient par conséquant de verre différent du premier. J'ai omis de faire l'essai de leur qualité. La disparition de quelques milligrames de l'acide acétique, neutralisés par l'alcali du verre, peut expliquer toutes les divergeances entre mes essais. Mes nouvelles expériences furent exécutées toutes avec les tubes d'une même qualité de verre (de Rüting & Co.). Leur stabilité est constatée par l'expérience suivante. J'ai enfermé dans des tubes de la forme de ceux dans lesquels je fait les expériences d'éthérification l'acide acétique, dont le dosage a donné le résultat suivant:

Pris 0,265 gr. d'acide acétique, dosé 0,2648 gr.

Après 192 heures de chauffage à 154°, l'analyse volumétrique donna le résultat suivant:

Pris 0,3174 gr. d'acide, dosé 0,3167 gr.

Ce résultat montre la stabilité des tubes, avec lesquels furent exécutées toutes les nouvelles expériences.

Le tableau suivant contient mes nouvelles expériences. Elles furent exécutées, je le repète, avec les mêmes échantillons des alcools et de l'acide acétique; leur purification, ainsi que leurs propriétés furent décrites dans la deuxième et troisième parties de mes recherches. Le tableau des alcools primaires contient des expériences faites avec l'alcool butylique normal (point d'ébullition 114°— 117°), dont l'échantillon je dois à l'obligeance de M. A. Saytzeff.

L'éthéfication des systèmes acétiques des alcools primaires à 155°.

Alcools.	№	Facteurs.	1h.	4h.	7h.	10h.	14h.	24h.	48h.	72h.	96h.	120h.	144h.	168h.	192h.	216h.
Alcool méthylique	1	0,6524	56,13 55,14	66,80	—	69,48	—	69,08	69,40	69,44	—	—	69,59	—	69,71	69,71
	2	0,6526	55,41	—	69,26	—	69,45	—	—	—	—	69,59	69,61	69,47	69,46	—
Alcool éthylique	3	0,5658	47,34	63,59	—	65,75	—	66,01	—	66,02	—	66,38	66,52	—	—	—
	4	0,5661	47,62	63,85	—	—	66,08	—	66,08	—	—	66,60	66,85	—	—	—
	5	0,5662	45,91	—	—	—	—	65,86	—	66,02	—	—	—	—	—	66,59
	6	0,5671	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	66,39	—	—	—
	7	0,5657	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	66,68	—	—	—
Alcool propylique	8	0,5000	46,92	62,79	—	66,32	—	66,23	66,37	66,59	66,80	—	66,66	67,03	—	—
	9	0,4996	—	—	65,29	—	66,16	—	66,71	—	—	66,54	67,06	67,11	—	—
Alc. butylique normal	10	0,4479	46,85	—	—	65,77	—	65,93	—	—	—	67,12	67,26	67,39	67,45	—
Alcool isobutylique	11	0,4477	—	61,21	—	65,90	—	66,56	—	—	—	67,12	67,51	—	—	—
	12	0,4473	44,24	—	64,70	—	66,30	—	66,50	—	—	—	—	—	—	—
	13	0,4481	44,60	—	—	—	—	67,17	—	—	—	67,42	—	67,77	—	—
	14	0,4483	44,24	—	—	—	—	—	—	—	67,15	67,01	—	67,47	—	—
Alcool octylique	15	0,3165	46,59	—	66,92	—	—	69,25	—	71,30	—	72,24	72,09	72,09	—	—
	16	0,3163	—	62,41	—	68,59	—	—	72,20	—	—	72,94	—	—	—	—
Alcool cétylique	17	0,2061	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	(308h) 79,56
	18	0,1957	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	79,59	—	—	—
	19	0,1976	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	80,44	—
	20	0,1950	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	82,00
Alcool allylique	21	0,5078	35,96 35,72	54,32	—	58,33	—	—	—	58,91	—	59,28	59,26	—	59,56	—
	22	0,5086	35,50	—	58,31	—	59,00	59,13	59,36	—	—	59,38	59,50	59,69	—	—
Alcool benzylique	23	0,3574	38,64	56,23	—	60,02	—	60,25	60,36	—	—	60,73	60,76	60,76	—	—

Les chiffres de ce tableau à la main, nous étudierons, si les régularités annoncées dans la deuxième partie de ce travail, ont réellement lieu. Nous nous arrêterons principalement sur la vitesse et la limite de l'éthérification.

I. Vitesse. 1. D'après la vitesse de l'éthérification on distingue 3 groupes d'alcools primaires: a) l'alcool méthylique; b) les alcools primaires saturés; c) les alcools primaires non saturés. C'est ce que confirment les chiffres nouvellement obtenus.

2. La vitesse absolue initiale de l'alcool méthylique est = 55,59, un peu plus petite que la vitesse antérieurement trouvée. Le chiffre pour la vitesse initiale relative est = 80,8, par conséquant, est presque le même qu'auparavant.

3. Pour les alcools primaires saturés normaux il fût indiqué l'égalité de leur vitesse initiale absolue. Les chiffres nouvellement obtenus, sont en parfaite concordance avec cet ennoncé. Voici le tableau contenant les vitesses initiales des alcools saturés normaux:

Alcool éthylique	= 46,95 (46,60)
Alcool propylique	= 46,92 (46,39)
Alc. butylique normal	= 46,85
Alcool octylique	= 46,59 (46,56)

Les chiffres entre les parenthèses sont ceux de mes premières expériences.

4. La vitesse initiale absolue de l'alcool isobutylique fût trouvée antérieurement plus basse que pour les autres alcools, ce qui m'a fait faire la remarque sur l'influence de l'isomérie sur la vitesse de l'éthérisation. Ayant fait l'expérience avec l'alcool butylique normal, je trouve ma prévision confirmée. L'alcool isobutylique montre une vitesse beaucoup plus petite que l'alcool normal, savoir:

Alcool isobutylique = 44,36 (45,40).

5. Les vitesses absolues augmentent à mesure que le poids moléculaire des alcools augmente. C'est confirmé par les nouvelles expériences.

6. La vitesse initiale relative diminue avec l'augmentation du poids moléculaire de l'alcool. Les chiffres suivants de la vitesse initiale relative confirment cet ennoncé donné antérieurement:

Alcool éthylique	= 70,52
Alcool propylique	= 70,18
Alc. butylique normal	= 69,61
Alcool octylique	= 64,40

7. L'influence de l'isomérie de l'alcool isobutylique se voit clairement en comparant la vitesse initiale relative de

l'alcool isobutylique = 66,66

avec celle de l'alcool butylique normal.

8. Les vitesses de l'éthérisation des alcools non saturés sont beaucoup plus petites que celles des alcools saturés. Les nouveaux résultats pour la vitesse initiale absolue sont très proches aux anciens, indiqués en parenthèses

Alcool allylique = 35,72 (36,80)
Alcool benzylique = 38,64 (37,77)

Les vitesses initiales relatives pour les mêmes alcools sont les suivantes:

Alcool allylique = 60,12
Alcool benzylique = 63,98

Ainsi la diminution de la vitesse initiale absolue avec la composition non saturée est constatée. Les vitesses relatives pour ces alcools ne diffèrent pas considérablement des alcools saturés.

II. Limites des systèmes acétiques. Pour évaluer les limites, je ne m'étais servi que des expériences de 120 heures et postérieures, par la raison, qu'avant ce terme on ne pourait préciser, quand la limite est atteinte vu les faibles différences entre les chiffres des essais.

1. Voici les moyennes pour les limites des systèmes acétiques des alcools primaires saturés:

Alcool méthylique = 69,52
Alcool éthylique = 66,57
Alcool propylique = 66,85
Alc. butylique normal = 67,30
Alcool isobutylique = 67,38
Alcool octylique = 72,34
Alcool cétylique = 80,39

En commençant par l'alcool éthylique nous voyons les limites monter avec l'augmentation des poids moléculaires des alcools. Ce résultat était trouvé antérieurement: les différences entre les limites des membres de la série sont plus petites qu'il ne l'était annoncé auparavant. Sauf pour les alcools octylique et cétylique, les autres systèmes sont homogènes à 155°, donc l'augmentation de la limite correspond à l'augmentation du poids mo-

léculaire. Les systèmes octylacétique et cétylacétique ne sont pas homogènes. Dans ce cas l'augmentation de la limite est due en partie à la nonhomogenité du système, ainsi que l'a montré M. Berthelot. Écarter cette influence, pour voir se manifester l'influence du poids moléculaire, serait possible en effectuant des essais aux différentes températures.

Je crois devoir mentionner spécialement, que la nouvelle limite pour le système éthylacétique concorde parfaitement avec celle donnée par M. Berthelot.

2. En comparant les limites pour les alcools butylique normal et isobutylique, on remarque, que l'isomérie exerce l'influence seulement sur la vitesse de l'éthérisation et non pas sur la limite du système.

3. Les alcools non saturés montrent des limites beaucoup plus basses que les alcools saturés correspondents — fait déjà remarqué antérieurement. La limite de

l'alcool allylique est = 59,41
l'alcool benzylique est = 60,75

Ainsi les nouvelles expériences confirment les régularités que j'ai ennoncé antérieurement. Les erreurs systématiques n'ont pas déformé les résultats comparatifs.

II.

La répétition des expériences de l'éthérification des alcools secondaires me fait changer quelques conclusions indiquées dans la troisième partie. Conformément à la cause accidentelle des fautes, la troisième partie contenait des expériences exactes et des expériences inexactes, c'est pourquoi les conclusions des essais comparatifs ne pouvaient en tout point être justes. Passons en revue ces expériences.

Pour le diméthylcarbinol les expériences données dans la troisième partie sont exactes. Dans les nouveaux essais on constate seulement une différence pour la vitesse initiale absolue: 27,7 au lieu de 25,7.

Pour l'éthérification du diéthylcarbinol on donne de nouvelles séries d'expériences.

Les expériences concernant l'éthérification de l'isopropylméthylcarbinol sont exactes. Pour la vitesse initiale absolue on a 17,95 au lieu de 19,62. Dans mon premier exposé des expériences avec cet alcool, j'ai cru avoir remarqué que l'éthérification de cet alcool diffère de l'éthérification des autres alcools secondaires, d'où j'ai conclu à l'isomérisation de l'isopropylméthylcarbinol dans l'acte d'éthérification. En comparant les nouvelles données, l'éthérification de l'isopropylméthylcarbinol n'offre rien d'anomal.

Avec le diéthylcarbinol je n'ai pas expérimenté auparavant. Cet alcool était préparé par M^me^ O. Roukavichnikoff par le procédé de M. Saytzeff. L'alcool montrait le point d'ébullition constant à 116°,5—117°.

Je n'ai pas eu occasion, faute de matière, de répéter les expériences avec le butylméthylcarbinol. Les chiffres, que j'ai donné auparavant, concernant cet alcool, en les comparant aux autres alcools, ne peuvent pas être exacts.

Le héxylméthylcarbinol fût préparé de nouveau, car j'ai conçu des doutes quant à la pureté de celui, qui a servi à mes premières expériences. L'alcool caprylique était soigneusement traité par la potasse. Le point d'ébullition était constant à 179°,8, le mercure du thermomètre étant presque entièrement dans la vapeur de l'alcool. Contrairement aux premières expériences on n'a rien remarqué d'anomal dans l'éthérification de cet alcool.

Avec les alcools secondaires non saturés on a répété les expériences.

A l'exception de l'alcool caprylique, les système acétiques des autres alcools sont homogènes à 155°.

Les expériences inexactes offrent ici le même caractère qu'auparavant. Dans les premières heures on ne constate de différences entre les nouvelles et les premières expériences la divergeance s'accentue vers 24 heures et grandit avec la durée de l'expérience, ainsi qu'avec l'agrandissement du poids moléculaire de l'alcool, c'est à dire, quand la quantité absolue d'acide acétique présente à l'expérience, diminue.

Le tableau suivant contient les nouvelles expériences. Les №№ 24, 25, 26, 32, 33, 34, étant exacts, sont ceux que j'ai donné antérieurement.

Éthérification des systèmes acétiques des alcools secondaires.

	№	Facteurs.	1h.	2h.	4h.	7h.	10h.	14h.	24h.	36h.	48h.	72h.	96h.	120h.	144h.	168h.	192h.
Diméthyl-carbinol	24	0,4996	26,28	37,57	—	—	56,13	57,98	59,75	—	59,18	59,78	—	—	—	—	—
	25	0,5000	25,60	36,29	52,82	55,99	—	57,40	58,95	—	60,09	60,23	60,99	—	—	—	—
	26	0,5011	25,29	—	—	—	—	—	—	—	—	60,05	60,51	61,50	—	—	—
	27	0,5005	27,24	—	—	—	57,38	—	—	60,05	—	—	—	60,32	60,25	60,72	60,68
	28	0,5008	28,22	—	—	54,42	—	—	59,79	—	—	—	—	59,98	60,24	60,29	60,76
Éthylméthyl-carbinol	29	0,4473	22,43 22,85	—	—	51,28	—	—	58,09	—	58,95	58,58	—	58,97	59,06	59,24	—
	30	0,4473	22,86	—	44,34	—	55,58	—	—	59,08	—	—	59,53	59,80	59,63	59,91	—
	31	0,4475	22,11	—	—	51,74	—	56,83	—	58,12	—	—	—	58,43	58,99	59,29	—
Isopropyl-méthylcar-binol	32	0,4069	19,39	28,85	40,97	49,48	—	56,00	57,46	—	58,77	57,91	58,39	—	—	—	—
	33	0,4052	19,45	—	—	—	53,03	—	58,44	—	—	—	—	—	—	—	—
	34	0,4059	20,02	—	—	—	—	—	57,53	—	57,83	—	57,93	58,19	58,25	—	—
	35	0,4056	17,18	—	—	47,08	—	—	57,26	57,61	—	—	—	59,24	59,75	60,36	60,15
	36	0,4054	18,73	—	42,78	—	—	54,53	—	—	—	—	—	59,04	59,37	59,07	59,70
Diéthylcar-binol	37	0,4052	17,07 16,85	—	—	—	—	—	—	57,67	—	—	—	—	59,10	58,79	60,30
	38	0,4048	16,86	—	—	46,39	—	52,68	55,79	—	—	—	—	57,98	58,68	58,61	58,18
Hexylméthyl-carbinol	39	0,3156	20,37	—	—	49,78	—	—	54,88	58,91	—	—	—	59,93	61,94	63,34	63,03
	40	0,3166	21,44	—	—	—	—	55,28	—	—	—	—	—	60,67	61,42	61,32	62,86
	41	0,3167	21,76	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	62,70	62,54	62,55	—
Éthylvinyl-carbinol	42	0,4109	14,90 14,81	—	—	43,37	—	49,69	51,75	—	—	—	—	51,53	52,41	52,11	52,94
Diallylcar-binol	43	0,3477	10,31	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	49,34	50,61	50,40	—

Procédons à comparer les conclusions des expériences nouvelles avec celles données dans la troisième partie de ce travail.

I. Vitesse de l'éthérification des alcools secondaires. En premier lieu, nous comparerons la vitesse initiale absolue des alcools secondaires homologues et de structure semblable:

Diméthylcarbinol	= 26,53
Éthylméthylcarbinol	= 22,59
Hexylméthylcarbinol	= 21,19

Ainsi, comme c'était le cas pour les alcools primaires, la vitesse initiale absolue est plus grande pour le premier membre de la série, elle est plus petite et constante, à peu près, de 22 p. c., pour les autres alcools secondaires de structure analogue. L'isomérie influe sur la vitesse, comme nous avons vu à l'étude des alcools primaires. Le même cas se présente ici, pour les alcools suivants la vitesse initiale absolue est plus petite:

Isopropylméthylcarbinol	= 18,95
Diéthylcarbinol	= 16,93

En comparaison avec la vitesse initiale absolue des alcools primaires, pour les alcools secondaires on constate un abaissement de 20 à 30 p. c.

La vitesse absolue ultérieure est plus grande pour les alcools secondaires que pour les alcools primaires.

Le tableau suivant montre que la vitesse initiale relative diminue avec l'augmentation de poids moléculaire des alcools de structure analogue:

Diméthylcarbinol	= 43,85
Éthylméthylcarbinol	= 38,10
Hexylméthylcarbinol	= 34,16

L'isomérie des alcools abaisse de même la vitesse initiale relative:

Isopropylméthylcarbinol	= 31,95
Diéthylcarbinol	= 28,56

La vitesse initiale relative des alcools primaires est de 30 p. c. à peu près plus grande que pour les alcools secondaires.

La composition influe grandement sur la vitesse absolue de l'éthérification. Les alcools non saturés montrent des vitesses initiales plus petites:

Éthylvinylcarbinol	= 14,85
Diallylcarbinol	= 10,60

Leurs vitesses initiales relatives sont les suivantes:

Éthylvinylcarbinol	= 28,42
Diallylcarbinol	= 21,14

Toutes les régularités concernant la vitesse de l'éthérification étaient données dans le premier mémoire: les nouvelles expériences confirment les mêmes données numériques.

II. Limites des systèmes acétiques des alcools secondaires. Les alcools secondaires saturés montrent les limites suivantes:

Diméthylcarbinol	= 60,52
Éthylméthylcarbinol	= 59,28
Isopropylméthylcarbinol	= 59,31
Diéthylcarbinol	= 58,80
Hexylméthylcarbinol	= 62,03

Les limites des alcools secondaires sont plus basses que celles des alcools primaires. L'influence du poids moléculaire ne se fait pas sentir pour les premiers membres. Le système caprylacétique n'est pas homogène à 155° et ne peut pas servir pour apprécier la dite influence. Les limites des alcools isomériques, d'isopropylméthylcarbinol et de diéthylcarbinol, ne montrent pas une concordance parfaite.

Pour les alcools non saturés on a trouvé les limites suivantes:

Éthylvinylcarbinol	= 52,25
Diallylcarbinol	= 50,12

Ces chiffres donnent une nouvelle confirmation de l'influence de la composition de l'alcool sur la limite de son système acétique: pour les alcools non saturés la limite est plus basse que pour les alcools saturés.

Quatrième partie.

Sur la formation des éthers acétiques des alcools tertiaires.

Pour l'étude de l'éthérification des alcools tertiaires, j'avais à ma disposition de nombreux réprésentants de cette classe d'alcools. Les recherches exécutées seront traitées dans les chapitres suivants:

I. De la formation des éthers acétiques des alcools tertiaires saturés. Dans ce chapitre, je traite principalement l'étude de la réaction de la formation des éthers tertiaires, une réaction qui est beaucoup plus compliquée pour les alcools tertiaires qu'elle ne l'est pour les alcools primaires et secondaires. Cette étude a conduit, en outre, à des données, qui mènent à la conclusion que les éthers composés des alcools tertiaires montrent le phénomène de la dissociation.

II. En étudiant **l'éthérification des alcools tertiaires non saturés,** on avait en vue de rechercher l'influence de la composition de l'alcool tertiaire sur la formation de son éther composé.

III. L'interêt principal de ce chapitre, traitant de **la formation des éthers composés des phénols,** se trouve dans l'indication de l'analogie, la plus complète, entre les phénomènes de l'éthérification des alcools tertiaires et des phénols.

I.

Formation des éthers acétiques des alcools tertiaires saturés.

Pour faire l'étude de l'éthérification des alcools tertiaires saturés j'avais à ma disposition les alcools suivants:

Triméthylcarbinol,	$(CH_3)_3$ C. HO
Éthyldiméthylcarbinol,	(C_2H_5) $(CH_3)_2$ C. HO
Diéthylméthylcarbinol,	$(C_2H_5)_2$ (CH_3) C. HO
Propyldiméthylcarbinol,	$(CH_3.\ CH_2.\ CH_2)$ $(CH_3)_2$ C. HO
Isopropyldiméthylcarbinol,	$[(CH_3)_2\ CH)]$ $(CH_3)_2$ C. HO

Les trois derniers alcools constituent des alcools héxyliques tertiaires, le deuxième c'est l'alcool amylique tertiaire, tandis que le premier est l'alcool butylique tertiaire.

Les essais étaient exécutés à 155° dans les conditions décrites dans les deux premières parties de ces recherches. L'acide restant était dosé en solution alcoolique en présence d'acide rosolique.

Triméthylcarbinol, $(CH_3)_3$ C. HO.

Pour préparer cet alcool, M. S. Przibytek a suivi la méthode de M. A. Boutlerow, l'action de l'acide sulfurique convenablement dilué sur l'isobutylène liquide. Par l'action de la baryte au bain marie le triméthylcarbinol se deshydrate aisément, ce qui ne se fait que très lentement à la température ambiante. Pendant la réaction il ne se forme pas d'alcoolate de baryum[1]). Le point de fusion du triméthylcarbinol, trouvé à 25°,3 ainsi que le point

1) Les alcools tertiaires se distinguent des alcools primaires et secondaires en ce qu'ils sont sans action sur la baryte.

d'ébullition — 82°5 —, se confondant avec ceux donnés par M. A. Boutlerow, démontrent la pureté du produit. Au contact de l'acide acétique, le triméthylcarbinol se dissout promptement, il fond, quoique la dissolution s'opère avec un abaissement de température notable.

L'éthérification des alcools tertiaires montre beaucoup de différences en comparaison avec l'éthérification des alcools primaires et secondaires, c'est pourquoi j'ai cru nécessaire d'en faire une étude détaillée. Le triméthylcarbinol se prêtant bien à une étude pareille, fût le plus étudié des alcools tertiaires.

L'action de l'acide acétique sur le triméthylcarbinol à 154° est accompagnée par la formation d'isobutylène. Cet hydrocarbure se dissout dans les composés précités, les tubes s'ouvrent sans indiquer une pression, mais en ajoutant de l'eau on voit se former des bulles de gaz. La quantité d'isobutylène formé croit avec le temps du chauffage: après 48 heures, la pointe du tube s'ouvre à la lampe par la pression intérieure. Il vaut mieux exécuter ces expériences avec des tubes un peu forts, parceque la pression peut devenir considérable. En chauffant le triméthylcarbinol à 154° pendant quelques heures, il ne se forme pas d'isobutylène, on en conclut que cet hydrocarbure se forme de l'acétate de butyle tertiaire, qui se scinde en isobutylène et acide acétique. Pour bien apprécier les résultats de l'éthérification il fallait faire une étude de la quantité d'isobutylène formé dans l'essai de l'éthérification du triméthylcarbinol.

Pour le dosage de l'isobutylène on apprêtait les tubes, assez forts, et on les chauffait comme à l'ordinaire. La réaction terminée, on ouvrait les tubes sous un cylindre gradué rempli de mercure. On brise la pointe du tube mais on le retient par le crochet (la forme du tube est donnée dans la première partie de ces recherches) sous le mercure jusqu'à cessation du dégagement de gaz. Ensuite on brise le crochet, le tube monte dans le cylindre, on ajoute 20 c. c. de l'eau, pour dégager l'isobutylène dissout, on laisse une demie-heure, puis ayant transporté le cylindre dans un vase à l'eau, raméné les niveaux intérieur et extérieur au même niveau, on fait la lecture du volume de l'isobutylène, quand la température est devenue constante.

Cette méthode de dosage d'isobutylène est d'une précision suffisante. Énumérons les sources d'erreur. En apprêtant les tubes on y laisse toujours de l'air, mais la quantité maximale n'atteint guère 0,5 c. c. Ayant eu à mesurer de 25 à 30 c. c. d'isobutylène, l'erreur de la présence d'air n'est pas grande et se trouve diminuée par l'autre erreur, la dissolution de l'isobutylène dans l'eau. En opérant à la température ambiante qui n'est pas éloignée du point d'ébullition de l'isobutylène, il est probable que ce gaz ne suit pas les lois de Gay-Lussac et Mariotte, de sorte qu'en réduisant le volume du gaz à 0° et 760 m. m. de pression, on commet certainement des erreurs. Il faudrait faire une étude spéciale de l'isobutylène pour pouvoir appliquer des correctures; je ne l'ai pas fait, car le but que j'avais à poursuivre, serait atteint en dosant l'isobutylène avec une approximation suffisante.

Voici les données du dosage.

Série 44. 0,2455 gr. d'un mélange en quantités moléculaires du triméthylcarbinol et de l'acide acétique, après 144 heures de chauffage ont donné 23 c. c. d'isobutylène à 17° et 757,8 m. m.

Série 45. 1) 0,1565 gr. du mélange après 72 heures ont donné 14,5 c. c. d'isobutylène à 17° et 750,1 m. m.

2) 0,313 gr. du mélange après 96 heures ont donné 28 c. c. d'isobutylène à 17° et 750,1 m. m.

3) 0,2778 gr. du mélange après 144 heures ont donné 26,5 c. c. d'isobutylène à 17°5 et 750 m. m.

Pour apprécier ces résultats nous les donnerons sous une autre forme. En réduisant le volume du gaz à 0° et 760 m. m. et à 0,1 gramme du mélange de triméthylcarbinol et d'acide acétique, on obtient les chiffres du tableau suivant, qui présentent des centimètres cubes.

Séries.	Facteurs.	72h.	96h.	144h.
44	0,4486	—	—	8,62
45	0,4483	8,44	8,15	8,69

Le tableau montre le résultat intéressant, que la formation d'isobutylène pendant l'action d'acide acétique sur le triméthylcarbinol est limitée. Ayant montré auparavant que l'isobutylène, provient non pas du triméthylcarbinol, mais de l'acétate de butyle tertiaire, on doit faire la conclusion que la décomposition de cet éther en isobutylène et en acide acétique a une limite.

Passons maintenant à l'étude de l'éthérification du système.

Éthérification du système de l'acide acétique et du triméthylcarbinol.

Facteur = 0,4477.

Séries.	Facteurs.	1h.	4h.	7h.	10h.	14h.
46	0,4476	0,63	3,05	—	—	—
47	0,4478	—	—	4,13	4,97	5,67
48	0,4487	2,24	3,48	4,42	—	—

	24h.	48h.	72h.	120h.	144h.
48	7,10	6,27	6,27	6,40	6,95

Pour caractériser l'isomérie des alcools primaires et secondaires par leur éthérification on a eu recours à la vitesse initiale ainsi qu'à la limite de l'éthérification. Pour comparer le triméthylcarbinol sous ce rapport aux autres alcools, on ne pourrait se servir que de la vitesse initiale, car c'est seulement au commencement que la réaction de l'acide acétique et du triméthylcarbinol procède normalement, sans formation d'isobutylène. La vitesse initiale du système triméthylméthylacétique n'est que de 1,5 p. c. (en moyenne). Elle est très petite en comparaison avec la vitesse initiale des alcools primaires et secondaires. L'éthéri-

fication du triméthylcarbinol se complique bientôt par la formation d'isobutylène, par conséquant les quantités d'acide et d'alcool ne restent plus en rapport de leurs poids moléculaires, mais changent continuellement jusqu'à ce que la limite est atteinte. C'est pourquoi on ne pourrait comparer l'éthérification du triméthylcarbinol, vu la différence des conditions, avec l'éthérification des autres alcools. Le système triméthylméthylacétique atteint la limite déjà à 24 heures, très tôt en comparaison avec les autres alcools. La quantité d'acide éthérifiée n'est que de 6,59 p. c. (en moyenne). Cette limite ne correspond pas au mélange moléculaire d'alcool et d'acide; le rapport entre les constituants du mélange est beaucoup plus compliqué.

Connaissant la quantité d'isobutylène formé, ainsi que l'acide éthérifié nous ferons un essai pour trouver les quantités des diverses substances qui concourrent à l'équilibre de ce système compliqué. Ces substances sont: le triméthylcarbinol, l'éther acétique de butyle tertiaire, l'eau, l'isobutylène et l'acide acétique. Le dosage de l'acide acétique donne la quantité de ce dernier, ainsi que la quantité d'éther formé; ces chiffres sont rigoureux. Les trois autres substances ne peuvent être trouvées avec la même précision. La densité d'isobutylène n'est pas connue. Pour trouver le poids d'isobutylène en partant de son volume déterminé plus haut, j'ai fait application de la densité théorique de l'isobutylène donnée, par son poids moléculaire. Les erreurs de cette détermination tombent aussi sur les quantités d'eau et d'alcool.

100 parties du mélange moléculaire d'acide acétique et du triméthylcarbinol contiennent:

44,77 d'acide acétique,
55,23 du triméthylcarbinol.

Chauffé un temps suffisant à 155°, la limite de l'éthérification est de 7 %; la limite de la formation d'isobutylène est de 85 c. c. pour 1 gramme du mélange. On en déduit les quantités suivantes formant équilibre à 155°

41,64 d'acide acétique,
6,05 éther acétique de butyle tertiaire,
21,35 d'isobutylène,
21,38 du triméthylcarbinol,
9,17 d'eau

Total 99,59

Nous obtenons un total très voisin de 100, montrant que notre calcul ne doit pas s'éloigner fortement des quantités réelles. L'équation suivante donne à très-peu de chose près les quantités trouvées:

$$11\,C_2H_4O_2 + 11\,C_4H_{10}O = 10\,C_2H_4O_2 + C_2H_3(C_4H_9)O_2 + 6\,C_4H_8 + 4\,C_4H_{10}O + 7\,H_2O$$

Cette équation montre les différences ayant lieu entre les conditions de l'éthérification des alcools primaires et secondaires, avec l'éthérification des alcools tertiaires à la limite. La formation d'isobutylène, accompagnée de la formation de l'eau abaisse la limite. Tandis que dans le cas des alcools primaires et secondaires, 1 molécule de leur éther composé, la limite atteinte, se trouve en présence d'une molécule d'eau, la formation de l'éther du triméthylcarbinol est contrebalancée par sept molécules d'eau.

Il découle de ces considérations que la limite trouvée n'est pas la limite réelle de l'éthérification du système triméthylméthylacétique. Voulant connaitre cette limite réelle je fus conduit à faire l'étude de l'éthérification du triméthylcarbinol à 100°. D'après les données de M. Berthelot la limite est indépendente de la température. En abaissant la quantité d'isobutylène formé, j'ai pensé pouvoir approcher de la limite réelle. Ces essais donnerent comme on verra, des données intéressantes concernant la décomposition de l'éther butylique tertiaire.

Les expériences à 100° furent exécutées de la même manière que celles à 154°. J'aurais l'occasion de décrire ultérieurement l'appareil pour chauffer les tubes à 100°. On a étudié la quantité d'acide neutralisée, ainsi que la quantité d'isobutylène formée.

Éthérification du système triméthylcarbinolacétique à 100°.

Facteur = 0,4477.

№	Facteurs.	7 jours.	14 jours.	21 jours.	31 jours.	63 jours.	76 jours.
49	0,4483	5,12	8,22	9,94	11,09	—	—
50	0,4486	—	—	—	11,98	12,28	11,49

Les chiffres trouvés montrent la réalisation des prévisions — la limite du système est haussée considérablement. Elle est plus proche à la limite véritable du système, mais l'éthérification ne s'effectue pas régulièrement, car il y a formation d'isobutylène. On a dosé l'isobutylène, quand le système, d'après les essais ci-dessus mentionnés, était arrivé à la limite.

0,4492 gr. du mélange de triméthylcarbinol et d'acide acétique en quantité moléculaires (facteur 0,4483) après 107 jours de chauffage à 100° ont donné 15 c. c. d'isobutylène à 16° et 756,9 m. m. de pression barométrique.

En appliquant à cet essai le même calcul que celui donné plus haut à l'essai analogue, nous trouvons qu'à 0,1 gr. du mélange correspond la formation de 3,08 c. c. d'isobutylène. La quantité d'isobutylène formée est beaucoup moindre que celle qui se forme si l'expérience est faite à 154°, quand la quantité d'isobutylène formée est égale à 8,5 c. c. pour la même quantité du mélange.

Nous ferons maintenant un essai pour calculer les quantités des corps présents pendant la période d'équilibre à 100°, comme nous l'avons fait pour 154°. Nous admettons que la limite de l'éthérification à 100° est égale à 12 p. c., et que la quantité limite de l'iso-

butylène à 100° est égale à 30 c. c. pour 1 gr. du mélange en quantités moléculaires du triméthylcarbinol et de l'acide acétique. On trouve, que pendant la période d'équilibre à 100° se trouvent présentes les quantités suivantes des matières en 100 parties du mélange:

39,40	d'acide acétique,
10,39	d'éther acétique du triméthylcarbinol,
7,78	d'isobutylène,
38,34	du triméthylcarbinol,
4,27	d'eau
Total 100,18	

La proximité du total de 100 montre que les quantités trouvées ne sont pas éloignées des quantités véritables. La transformation des ces quantités en quantités moléculaires, nous montrera le degré d'éloignement de l'éthérification du système triméthylcarbinolacétique à 100° des conditions normales. L'équation suivante à très peu de chose près donne les quantités trouvées:

$$16\,C_2H_4O_2 + 16\,C_4H_{10}O = 14\,C_2H_4O_2 + 2\,C_2H_3(C_4H_9)O_2 + 3\,C_4H_8 + 11\,C_4H_{10}O + 5\,H_2O$$

Ainsi, non obstant que la limite du système est haussée à 100°, en comparaison avec celle à 155°, néanmoins considérant la quantité d'isobutylène formée ainsi que celle de l'éther acétique et de l'eau, on doit conclure que la limite du système triméthylcarbinolacétique doit être plus haute que 12 p. c. Je n'ai pas fait d'essai d'éthérification de ce système à la température ambiante; le système resterait homogène, mais l'expérience prendrait un temps fort long.

Nous avons démontré que l'isobutylène provient de la décomposition de l'éther acétique du triméthylcarbinol en acide acétique et isobutylène. En comparant l'éthérification du système triméthylcarbinolacétique à 100° et à 154°, nous obtenons des données pour caractériser la décomposition de l'éther. La quantité *d'isobutylène* qui se forme est plus grande à 154°, qu'à 100°, mais dans les deux cas elle présente une limite, par conséquent, la quantité *d'éther* acétique qui se décompose est aussi plus grande à 154°, qu'à 100°, et présente aussi dans les deux cas une limite. Considérant que l'éther ne se détruit pas en totalité, on voit que la quantité décomposée croit avec la température, donc c'est une dissociation de l'éther acétique. Ce fait n'est pas isolé pour les composés des alcools tertiaires. Les recherches de M. A. Wurtz montrèrent la dissociation des haloidanhydrides de l'alcool amylique tertiaire. Mes recherches font présumer la dissociation de leurs éthers acétiques. Je me propose d'étudier cette question.

Passant à l'étude de l'éthérification des autres alcools tertiaires, je crois devoir remarquer, que nous rencontrerons les mêmes phénomènes que ceux observés dans l'éthéri-

fication du triméthylcarbinol. On constate dans tous les cas la formation des hydrocarbures, provenant de la décomposition des éthers des alcools tertiaires. Ces derniers probablement montrent les mêmes régularités que les éthers du triméthylcarbinol en se décomposant sous l'influence de la température.

Éthyldiméthylcarbinol, $(C_2H_5)\,(CH_3)_2\,C.\,HO.$

Cet alcool était préparé par le procédé de M. A. Boutlerow, par l'action d'acide sulfurique sur l'amylène. L'échantillon qui a servi à l'étude de l'éthérification était prélevé d'une masse de 2 kilogrammes de l'alcool amylique tertiaire. L'ébullition avec de la baryte (n'ayant pas d'action sur l'alcool) le rend facilement anhydre. Le point d'ébullition fut trouvé à 101°5—102°. Le poids spécifique était 0,8271 à 0°.

Éthérification de l'acide acétique et de l'éthyldiméthylcarbinol.

Facteur = 0,4054.

Séries.	Facteurs.	1h.	2h.	4h.	7h.	10h.	14h.
51	0,4054	1,18	1,41	1,81	2,78	3,36	—
52	0,4059	0,83	—	0,99	—	—	—
53	0,4053	0,43	0,62	—	3,38	—	1,97

	24h.	48h.	60h.	72h.	120h.	144h.
51	3,12	2,92	2,90	—	—	—
52	1,82	1,77	—	—	—	—
53	2,50	—	—	3,16	2,21	2,41

L'éthérification de l'alcool amylique tertiaire montre les mêmes particularités que nous montrait l'éthérification du triméthylcarbinol. A partir de 4 heures on s'aperçoit de la formation du triméthyléthylène; la quantité de cet hydrocarbure devient notable à partir de 24 heures. La valeur-limite est déjà atteinte à 7 heures.

Diéthylméthylcarbinol, $(C_2H_5)_2\,(CH_3)\,C.\,HO.$

Le diéthylméthylcarbinol m'a été offert par M. Javein, qui l'a préparé par la méthode de M. A. Boutlerow en agissant par le zincéthyle sur le chlorure d'acétyle. Le point d'ébullition était à 122°.

Éthérification du diéthylméthylcarbinol et de l'acide acétique.

Facteur = 0,3703.

Séries.	Facteurs.	1h.	4h.	7h.	14h.	24h.
54	0,3709	0,30	—	0,30	—	1,88
55	0,3696	1,78	0,23	—	1,31	0,80

Séries.	48h.	72h.	96h.	120h.	144h.
54	2,87	2,73	5,43	3,86	5,26
55	—	—	—	1,32	3,04

A propos de l'éthérification de cet alcool nous pourrions faire les mêmes remarques que nous avons fait en parlant de l'éthérification des alcools mentionnés plus haut. En ouvrant les tubes on observe qu'il y a une pression; il se forme un des isoméres de l'hexylène. Les chiffres obtenus avec cet alcool sont plus irréguliers que ceux obtenus avec les autres alcools. Ayant chauffé l'alcool seul plusieurs heures à 154° je n'ai pas observé de décomposition, donc, l'hydrocarbure provient de la décomposition de l'éther composé, comme c'était le cas avec le triméthylcarbinol. Vers 120 heures les tubes montrent une couche d'hydrocarbure liquide.

Propyldiméthylcarbinol, $(C_3H_7)\ (CH_3)_2\ C.\ HO.$

J'ai obtenu cet alcool, ainsi que le précédent, de M. Javein, qui l'a préparé par l'action du zincméthyl sur le chlorure de butyryle. Le point d'ébullition était à 123°. Faute de matière, je ne pouvais exécuter que les essais suivants, qui démontrent néanmoins la parfaite concordance de l'éthérification de cet alcool avec les autres alcools tertiaires.

Éthérification du propyldiméthylcarbinol et de l'acide acétique.

Facteur = 0,3703.

Séries.	Facteur.	1h.	2h.	4h.	7h.
56	0,3748	2,15	2,80	2,25	0,95

	10h.	24h.	48h.
56	0,73	0,68	0,98

Isopropyldiméthylcarbinol, $[(CH_3)_2\ CH]\ (CH_3)_2\ C.\ HO.$

M. D. Pavloff m'a obligeamment remis cet alcool, qu'il a préparé par l'action du zincméthyle sur le chlorure d'isobutyryle. Le point d'ébullition était à 117°.

Éthérification de l'acide acétique et de l'isopropylméthylcarbinol.

Facteur = 0,3703.

Séries.	Facteurs.	1h.	2h.	4h.	7h.	14h.
57	0,3710	0,87	2,20	0,84	1,37	1,53
58	0,3717	0,85	—	—	—	—

	24h.	48h.	72h.	96h.	120h.	144h.
57	1,62	0,96	—	—	—	0,65
58	0,55	0,67	0,20	0,20	1,63	1,23

La formation de l'hydrocarbure est très grande: vers 72 heures les tubes montrent une grande couche de l'hydrocarbure liquide.

Les recherches sur l'éthérification des alcools tertiaires montrant une différence dans les conditions de cette réaction en comparaison avec celles pour les alcools primaires et secondaires, donnent, par conséquent, très peu d'indications pour notre étude comparative concernant l'influence de l'isomérie des alcools sur la formation des éthers composés. Néanmoins les alcools tertiaires se trouvent bien caractérisés par la formation de leurs éthers. Nous donnerons cette caractéristique un peu plus loin en discutant à un point de vue plus général, la réaction ayant lieu entre un acide et un alcool tertiaire.

L'action d'un alcool primaire et secondaire et d'un acide ne donne lieu qu'aux réactions suivantes:

1) Formation d'un éther composé et élimination de l'eau, et

2) La décomposition de l'éther composé par l'eau formée en alcool et en acide.

En considérant la même réaction pour les alcools tertiaires on l'a trouve compliquée par de nouvelles réactions. Outre les deux réactions si dessus mentionnées, nous observons:

3) La décomposition de l'éther composé en hydrocarbure éthylénique et en acide.

Très probables sont aussi les réactions suivantes:

4) Formation inverse de l'alcool tertiaire de l'hydrocarbure éthylénique et de l'eau en présence d'un acide;

5) Combinaison de l'hydrocarbure éthylénique avec l'acide pour former l'éther composé.

Toutes ces réactions sont limitées: après avoir chauffé assez longtemps, un équilibre a lieu. Considérons ce cas très compliqué, par conséquant intéressant, de la statique chimique.

1. **Formation de l'éther composé d'un alcool tertiaire et d'un acide avec élimination d'eau.** Cette réaction est très peu prononcée dans ce cas en comparaison avec les alcools primaires et secondaires; c'est par conséquent un trait caractéristique des alcools tertiaires.

Les alcools tertiaires se distinguent des autres alcools par la petitesse de la vitesse initiale absolue de l'éthérification de leurs systèmes acétiques. Voici les moyennes trouvées:

Triméthylcarbinol	= 1,43
Éthyldiméthylcarbinol	= 0,81
Diéthylméthylcarbinol	= 1,04
Propyldiméthylcarbinol	= 2,15
Isopropyldiméthylcarbinol	= 0,86

La petitesse de ces chiffres ferait illusoire l'appréciation des conditions des expériences, de la différence des alcools etc.

La vitesse initiale des alcools tertiaires est la seule donnée pui peut être comparée avec celle pour les alcools primaires et secondaires. La marche ultérieure de l'éthérification des alcools tertiaires devient irrégulière par la formation de l'hydrocarbure éthylénique, que les essais donnés plus haut, montrent dérivant non de l'alcool tertiaire mais bien de l'éther formé. Ainsi la formation de l'éther composé lors de l'éthérification se trouve diminuée non seulement par l'action décomposante de l'eau (c'est le cas normal), mais par son instabilité aux conditions de l'expérience. L'action de l'acide sur l'alcool tertiaire se trouve bientôt à la limite. En comparant les chiffres de l'acide éthérifié des essais de 24 heures, on voit que la limite est déjà atteinte, sauf un seul cas, à 24 heures:

	24h.	Moyenne de tous les expér.
Triméthylcarbinol	7,10	6,59 (5 expér.)
Éthyldiméthylcarbinol	2,48	2,53 (9 expér.)
Diéthylméthylcarbinol	1,34	3,78 (5 expér.)
Propyldiméthylcarbinol	0,68	0,83 (2 expér.)
Isopropyldiméthylcarbinol	1,08	0,85 (9 expér.)

La limite, comme on voit, est très basse; c'est un trait caractéristique des alcools tertiaires. Ces chiffres ne sont pas comparables avec les limites des alcools primaires et secondaires. Dans les conditions normales, les alcools tertiaires saturés doivent présenter des limites beaucoup plus hautes. Un essai pour déterminer la limite à 100° pour le système acétique du triméthylcarbinol a donné le résultat, que nous avons déjà donné plus haut.

2. **La décomposition de l'éther composé par l'eau formée dans la réaction.** Pour les alcools primaires et secondaires cette réaction peut être bien étudiée; pour les alcools tertiaires, la décomposition de leurs éthers en hydrocarbure et en eau, met un obstacle à l'étude de la dite réaction. La décomposition de l'éther par l'eau est beaucoup plus prononcée dans l'éthérification des alcools tertiaires qu'elle ne l'est pour les alcools primaires et secondaires. La décomposition de l'éther est la cause de ce que la quantité l'eau présente à l'éthérification de l'alcool tertiaire est beaucoup plus grande que dans l'acte d'éthérification des alcools primaires et secondaires. Pour le système triméthylcarbinolacétique, nous avons trouvé, que dans la période d'équilibre à 155° sept molécules d'eau se trouvent en présence d'une molécule de l'éther de l'alcool tertiaire. A la limite de l'éthérification des alcools primaires et secondaires, l'eau et l'éther composé se trouvent toujours dans des quantités correspondentes à une molécule. Il est à présumer, que les autres alcools tertiaires montreront des relations encore plus désaventageuses entre l'eau et l'éther composé à la limite de l'éthérification. Cette réaction, à elle seule, suffit pour expliquer l'absence presque complète de l'éther composé dans la période d'équilibre de la réaction pour les systèmes d'acide acétique et de quelques alcools tertiaires.

3. **Décomposition de l'éther composé en hydrocarbure éthylénique et en acide.** La formation des hydrocarbures éthyléniques pendant l'action de l'acide sur un alcool tertiaire fût expliquée

par la décomposition des éthers composés des alcools tertiaires. Ce fait fût déduit de ce que les alcools, triméthylcarbinol et diéthylméthylcarbinol, se montrerent stables dans les conditions de l'expérience. En comparant l'éthérification du triméthylcarbinol à 154° ainsi qu'à 100°, nous avons conclu, que la décomposition de son éther acétique montre le caractère de la dissociation. Ayant observé la formation des hydrocarbures dans l'acte d'éthérification de tous les alcools tertiaires soumis à l'expérience, la dissociation de leurs éthers composés devient très vraisemblable. La dissociation de l'éther composé est la cause que la formation de l'hydrocarbure montre une limite, correspondente probablement à la tension de dissociation de l'éther composé à la température de l'expérience.

La décomposition en hydrocarbure éthylénique et en acide pour les éthers des alcools primaires et secondaires, n'a pas lieu dans l'acte de l'éthérification, car elle demande une température très haute.

La réaction que nous traitons trouvera sans doute des applications pour expliquer certains faits. Ainsi, la polymerisation des hydrocarbures éthyléniques sous l'influence de l'acide sulfurique est dans le premier lieu une décomposition de l'acide sulfovinique de l'alcool tertiaire. Il est à remarquer que jusqu'a présent la polymerisation ne fût observée qu'avec les hydrocarbures formant des alcools tertiaires par la fixation de l'eau.

Considérons maintenant les réactions qui probablement ont lieu pendant l'éthérification des alcools tertiaires.

4. **Formation de l'alcool tertiaire de l'hydrocarbure éthylénique et de l'eau en présence d'un acide.** Les essais de M. A. Boutlerow[1]) montrent l'extrême facilité avec laquelle l'isobutylène donne avec de l'eau du triméthylcarbinol en présence de l'acide sulfurique. Le même auteur a montré que quelques autres hydrocarbures éthyléniques, formant avec l'eau des alcools tertiaires (par exemple le heptylène du pentaméthyléthol) sont dans le même cas. L'acide sulfurique peut être remplacé par l'acide nitrique dans ces expériences. La présence des acides organiques peut-être menerait aussi à la formation des alcools, mais les expériences relatives à cette réaction nous font défaut.

5. **Formation de l'éther composé de l'alcool tertiaire de l'hydrocarbure éthylénique et de l'acide.** Cette réaction fort bien étudiée et très facile dans le cas des acides inorganiques (acides haloidhydriques, sulfurique etc.) ne l'est pas suffisament pour les acides organiques.

Voilà les considérations que je voulais mettre en vue concernant l'éthérification des alcools tertiaires. L'éthérification des alcools tertiaires non saturés mérite d'être traitée dans un chapitre spécial.

---

1) J. de la soc. chimique russe IX, 30.

II.

Éthérification des alcools tertiaires non saturés.

En étudiant l'éthérification des alcools tertiaires saturés, j'avais principalement en vue d'étudier les détails de la formation des éthers de ces alcools. L'influence de la composition de l'alcool sur la marche de cette réaction ne pouvait être déduite faute de données. C'est dans cette direction que fût conduite l'étude de l'éthérification des alcools tertiaires non saturés.

Grâce à l'extrême obligeance de M. le professeur A. Saytzeff j'avais à ma disposition 5 alcools non saturés, appartenant à deux séries.

De la série $C_nH_{2n}O$, j'ai étudié les alcools suivants:

Allyldiméthylcarbinol, $C_6H_{12}O = (C_3H_5)(CH_3)_2$ C. HO,
Allyldiéthylcarbinol, $C_8H_{16}O = (C_3H_5)(C_2H_5)_2$ C. HO,
Allyldipropylcarbinol, $C_{10}H_{20}O = (C_3H_5)(C_3H_7)_2$ C. HO.

La série $C_nH_{2n-2}O$ était représentée par les alcools:

Diallylméthylcarbinol, $C_8H_{14}O = (C_3H_5)_2(CH_3)$ C. HO,
Diallylpropylcarbinol, $C_{10}H_{18}O = (C_3H_5)_2(C_3H_7)$ C. HO.

La méthode employée pour l'étude de l'éthérification de ces alcools était la même, que celle décrite dans le premier chapitre et dans les additions à ce chapitre. Les essais furent exécutés à 155°, le dosage de l'acide libre restant était fait par l'eau de baryte en solution alcoolique, en employant l'acide rosolique comme indicateur.

Allyldiméthylcarbinol, $(C_3H_5)(CH_3)_2$ C. HO.

Cet alcool montrait le point d'ébullition à 118°5—119°5. En suivant les conseils de M. A. Saytzeff, l'alcool fût traité par la baryte avant les essais. La baryte est sans action sur cet alcool.

Éthérification d'allyldiméthylcarbinol et d'acide acétique.

Facteur = 0,3750.

№	Facteurs.	1h.	4h.	7h.	10h.	24h.
59	0,3752	2,40	—	—	—	7,46
60	0,3754	3,77	4,45	5,63	6,75	7,49

	48h.	96h.	120h.	144h.
59	7,49	8,01	6,76	7,36
60	—	—	7,42	7,52

Pendant l'éthérification de cet alcool il ne se dégageait aucun produit de décomposition gazeux; vers la fin des expériences il se formèrent dans les tubes des gouttes huileuses, représentant un hydrocarbure formé par la décomposition de l'éther composé formé, comme c'est le cas avec les alcools tertiaires saturés.

La vitesse initiale absolue de ce système est = 3,08; la limite, en moyenne (de 4 dernières expériences) = 7,26. C'est la limite la plus élevée obtenu jusqu'à présent en étudiant l'éthérification des alcools tertiaires à 155°.

Allyldiéthylcarbinol, $(C_3H_5)\,(C_2H_5)_2\,C.\,HO.$

Cet alcool avait pour point d'ébullition 155°—156°.

Éthérification d'allyldiéthylcarbinol et d'acide acétique.

Facteur = 0,3191.

№	Facteur.	1h.	7h.	14h.
61	0,3196	0	0	2,33

120h.	144h.	168h.	192h.
3,42	4,22	5,97	5,28

En chauffant l'allyldiéthylcarbinol avec l'acide acétique à 155° degrés, l'alcool brunit fortement et donne une couche d'hydrocarbure liquide. Ce dernier étant insoluble dans l'alcool aqueux entrave le dosage volumétrique de l'acide acétique; dans le liquide laiteux il est difficile de bien voir le moment de la fin de la réaction.

L'action entre l'allyldiéthylcarbinol et l'acide acétique est insignifiante pendant les premières heures. La limite de ce système est = 4,72 en moyenne des 4 dernières expériences.

Allyldipropylcarbinol, $(C_3H_5)\,(C_3H_7)_2\,C.\,HO.$

Le point d'ébullition de cet alcool était à 192°—193°.

Éthérification de l'allyldipropylcarbinol et de l'acide acétique.

Facteur = 0,2777.

№	Facteur.	1h.	7h.	14h.	24h.
62	0,2772	0	0	0	0,6

120h.	144h.	168h.
0,2	0,5	0,7

L'éthérification de cet alcool est accompagnée des mêmes phénomènes que celle de l'alcool précédent. L'allyldipropylcarbinol ne donne presque pas d'éther composé dans les circonstances étudiées: la limite de ce système, en moyenne, est = 0,46.

Diallylméthylcarbinol, $(C_3H_5)_2$ (CH_3) C. HO.

Cet alcool appartient à la série $CnH_{2n-2}O$. Il montrait le point d'ébullition à 155°—160°.

Éthérification du diallylméthylcarbinol et de l'acide acétique.

Facteur = 0,3225.

№	Facteur.	1h.	7h.	14h.	24h.
63	0,3218	0	2,33	2,31	3,36
		120h.	144h.	192h.	
		5,21	5,18	5,68	

Mêmes remarques que pour les alcools précédents. Le dosage de l'acide libre restant s'effectue fort difficilement à cause de la formation d'hydrocarbure insoluble dans l'alcool aqueux. Il ne se forme pas des produits gazeux de décomposition. La vitesse initiale de l'éthérification ne pouvait pas être déterminée: la limite du système est en moyenne = 5,36.

Diallylpropylcarbinol, $(C_3H_5)_2$ (C_3H_7) C. HO.

Cet alcool avait pour point d'ébullition 194°—195°.

Éthérification du diallylpropylcarbinol et de l'acide acétique.

Facteur = 0,2803.

№	Facteur.	1h.	7h.	14h.	24h.
64	0,2803	0	0,90	1,36	2,14
		120h.	144h.	168h.	196h.
		2,64	3,79	2,36	3,60

L'alcool pendant les essais restait incolore. La formation des couches dans les tubes ne fut remarquée que pendant les dernières heures de l'expérience. La limite de ce système est = 3,10, moyenne des quatre dernières expériences.

L'éthérification des alcools tertiaires non saturés se trouve en tout point identique avec l'éthérification des alcools tertiaires saturés. Une basse limite — indice des derniers, se

retrouve dans l'éthérification des premiers et constitue, par conséquant, un indice caractéristique des alcools tertiaires en général.

Les analogies entre les alcools tertiaires saturés et non saturés peuvent être poursuivies encore plus loin. La formation des hydrocarbures, dans l'acte d'éthérification, mène à la conclusion, que les limites trouvées pour les alcools non saturés ne sont pas leurs limites vraies. Les alcools tertiaires saturés étaient dans le même cas.

L'éthérification des alcools non saturés, étant, en général, analogue à l'éthérification des alcools tertiaires saturés, montre néanmoins des particularités caractéristiques et importantes. Ces particularités se dessinent si on compare les limites des alcools tertiaires avec leur composition. Le tableau suivant contient les limites des alcools tertiaires: la première colonne contient les limites des alcools tertiaires saturés, les deux autres, celles des alcools tertiaires non saturés.

$C_nH_{2n+2}O$.	$C_nH_{2n}O$.	$C_nH_{2n-2}O$.
$C_4H_{10}O = 6,59$		
$C_5H_{12}O = 2,53$		
$C_6H_{14}O$ *a*[1]) $= 3,78$		
$C_6H_{14}O$ *b*[2]) $= 0,83$		
$C_6H_{14}O$ *c*[3]) $= 0,85$	$C_6H_{12}O = 7,26$	
	$C_8H_{16}O = 4,72$	$C_8H_{14}O = 5,36$
	$C_{10}H_{20}O = 0,46$	$C_{10}H_{18}O = 3,10$

Ce tableau permet de faire quelques conclusions concernant l'influence de la composition et de l'isomérie des alcools tertiaires sur la formation de leurs éthers composés. Dans chaque colonne les premiers membres, de la plus simple composition de la série, ont des limites les plus élevées; la limite est abaissée par l'introduction des groupes plus complexes. En introduisant le groupe de propyle (ou d'isopropyle) nous voyons la limite s'abaisser dans les trois colonnes. La même conclusion peut être déduite des limites des alcools hexyliques tertiaires: la limite la plus haute montre le diéthylméthylcarbinol, les deux autres alcools, contenant les groupes propylique ou isopropylique sont presque ineptes à former des éthers dans les conditions de l'expérience.

En comparant les limites en lignes horizontales, pour les alcools tertiaires de même teneur en carbone, on voit que la composition non saturée se manifeste par la stabilité plus grande des éthers composés formés. Tandis que les alcools tertiaires saturés à 6 atomes de carbone, dans le cas le plus favorable, ne montrent une limite plus haute que 3,76, dans la série non saturée nous trouvons la limite 7,26. On peut faire la même conclusion en comparant les séries $C_nH_{2n}O$ et $C_nH_{2n-2}O$. La dernière série montre les plus hautes limites pour les alcools d'égal teneur d'atomes de carbone.

1) Diéthylméthylcarbinol. 2) Propyldiméthylcarbinol. 3) Isopropyldiméthylcarbinol.

Cette conclusion concernant l'influence de la composition des alcools sur leur éthérification se trouve en contradiction avec celle tirée de l'étude des alcools primaires et secondaires. Pour ceux-ci, la composition non saturée abaissait la limite. La contradiction n'est qu'apparente. Nous ne connaissons par les vraies limites des alcools tertiaires; ces limites seraient plus hautes que les limites trouvées. Pour les alcools primaires et secondaires, au contraire, nous comparons leurs limites vraies, or, pour déduire l'influence de la composition sur la marche de l'éthérification, on ne pourrait se servir que des limites vraies.

Ayant trouvé, que la stabilité des éthers des alcools tertiaires, ainsi que les limites de l'éthérification augmentent avec l'éloignement de la série saturée, il ne sera pas étrange de rencontrer dans la série des phénols les plus hautes limites.

III.

Sur la formation des éthers acétiques des phénols.

Les vues des chimistes concernant la nature chimique du phénol ont bien souvent changé. On commença par le ranger parmi les acides (acide carbolique), puis parmi les alcools (alcool phénique). Après la découverte de quelques autres phénols, vers 1860, M. Berthelot généralisa le nom de phénol pour ces composés, et les constitua comme un groupe à part entre les alcools. Les différences entre les propriétés des phénols et des alcools firent qu'on excluait les phénols de la classe des alcools. L'étude de l'éthérification du phénol et du thymol, faite par M. Berthelot en 1863, donna des résultats tellement différents de l'éthérification des autres alcools, étudiés par se savant, que la séparation des phénols et des alcools était définitivement établie.

En partant de l'hypothèse de M. Kekulé sur la structure chimique des composés aromatiques, la théorie de la structure chimique, montra la première, que les phénols et les alcools tertiaires étaient des alcools analogues par la position du groupe hydroxylique. Cette déduction théorique ne fût appuyée par aucune donnée expérimentale nouvelle, tandis que les différences des propriétés des phénols et des alcools demandaient leur séparation. C'est la raison pour laquelle les phénols jusqu'à ce jour ne furent définitivement regardés comme des alcools tertiaires.

Les phénomènes de l'éthérification, reflétant si bien tous les changements dans la nature chimique des alcools, viennent à l'aide de la théorie. Les expériences citées plus bas, nous donnent une rangée des données montrant une analogie indubitable entre les phénols et les alcools tertiaires dans la formation de leurs éthers composés.

Ayant constaté une complète analogie entre l'éthérification des alcools tertiaires et des phénols, je n'ai pas cru nécessaire d'étudier un grand nombre de ces composés. L'in-

fluence de l'isomérie du type aromatique sur l'éthérification sera étudiée dans une autre classe des composés aromatiques.

La méthode de l'étude de l'éthérification des phénols à 155° était la même que pour les autres alcools. L'acide libre restant, après la fin de l'éthérification fût dosé dans une solution alcoolique en présence de l'acide rosolique.

Phénol, C_6H_5 (HO).

Le phénol été préparé par des rectifications du phénol commercial le plus pur. Le point d'ébullition était à 181°; le point de fusion était vers 40° (il ne montait plus aux nouvelles rectifications, quoique étant un peu bas).

Éthérification du système phénolacétique.

Facteur = 0,3896.

Séries.	Facteurs.	1h.	4h.	7h.	14h.	24h.
65	0,3900	1,79	1,38	3,83	6,46	7,46
66	0,3897	1,11	—	—	—	7,42
	48h.	72h.	96h.	120h.	144h.	168h.
65	—	—	—	—	8,39	—
66	8,72	9,00	8,02	8,96	8,53	8,67

La vitesse initiale absolue du système phénolacétique est en moyenne égale à 1,45; la limite de ce système est 8,64, en moyenne des 4 dernières expériences. M. Berthelot a observé que la limite du système phénolacétique est 7,0 (chauffage 136 heures à 160°).

Paracrésol, C_6H_4 (HO) (CH_3).

Un échantillon de ce composé, obtenu par MM. A. Engelhardt et P. Latschinoff par l'action de la potasse fondante sur l'acide parasulfotoluènique se trouvait dans la collection donnée par les savants nommés à la société chimique russe. Cet échantillon a servi à mes expériences. Après quelques rectifications le paracrésol passait à 200°—200°,5 et montrait le point de fusion à 36°.

Éthérification du système paracrésolacétique.

Facteur = 0,3571.

Séries.	Facteurs.	1h.	2h.	4h.	7h.	14h.	24h.
67	0,3561	1,75	—	—	—	—	8,45
68	0,3561	1,05	2,40	3,18	5,15	6,72	9,16

Séries.	48h.	72h.	96h.	120h.	144h.	192h.
67	9,53	9,19	9,82	9,65	9,78	9,44
68	—	—	—	—	9,39	—

La vitesse initiale est en moyenne de 1,40; la limite en moyenne des 4 dernières expériences est égale à 9,56.

Thymol, C_6H_3 (HO) (CH_3) (C_3H_7).

Le thymol commercial après purification donne aisément ce composé pur. La cristallisation de l'alcool, comme le préscrit M. Lallemand n'est pas commode, vu la grande solubilité du thymol dans ce véhicule. Il est à préferer de crystalliser le thymol de l'acide acétique cristallisable. On dissout le thymol dans $^1/_3$ de son poids de l'acide acétique; la dissolution se fait à une douce chaleur. Cette dissolution donne à l'évaporation spontanée le thymol en beaux cristaux prismatiques. Pour les essais on séchait les cristaux réduits en poudre plusieurs jours sur de la chaux; ils retiennent beaucoup de l'eau mère. Lallemand donne 44° pour le point de fusion du thymol; j'ai trouvé que le thymol cristallisé de l'acide acétique fond à 50°.

J'ai fait deux séries d'essais avec le thymol: le premier avec la substance purifiée par la cristallisation de l'alcool; le deuxième avec le thymol cristallisé de l'acide acétique. C'est a cette dernière série qu'il faut donner la préférence, car elle était faite avec le corps le plus pur.

Éthérification du système thymolacétique.

Facteur = 0,2857.

Séries.	Facteurs.	1h.	2h.	7h.	14h.	24h.
69	0,2858	0,58	1,21	2,70	3,37	6,08
70	0,2863	0,52	—	—	—	6,42

	48h.	72h.	96h.	120h.	192h.	240h.
69	—	—	—	8,62	8,69	—
70	7,19	8,77	9,52	9,44	—	9,48

La vitesse initiale est = 0,52; la limite en moyenne de 2 expériences de la série 66 est 9,46. M. Berthelot a trouvé pour la limite du système thymolacétique 8.

α Naphtol, $C_{10}H_7$ (HO).

Ce composé a été obtenu en purifiant le naphtol commercial par des cristallisations de l'acide acétique faible (1 p. d'acide cristallisable, 2 p. d'eau). Le naphtol se dépose de la solution chaude en aiguilles blanches. Point de fusion 95°. Le naphtol n'étant pas soluble dans la

quantité de l'acide acétique correspondante au poids moléculaire, on a fait 2 expériences en faisant le mélange dans les tubes mêmes, c'est pourquoi la précision de ces essais est moindre que des essais antérieurs.

Éthérification du système naphtolacétique.

Facteur = 0,294.

№	Facteurs.	98h.	168h.
71	0,2976	6,32	—
72	0,2894	—	6,00

La limite du système naphtolacétique est = 6,16 en moyenne de ces deux expériences.

L'intérêt le plus grand de l'étude de l'éthérification des phénols consiste dans le signalement de l'analogie avec l'éthérification des alcools tertiaires. La vitesse absolue initiale de l'éthérification ainsi que la limite donne une caractéristique très précise de ces alcools. Procédons à comparer ces données pour les phénols.

La vitesse initiale absolue est extrémement petite pour les phénols, comme le montre le tableau suivant:

Phénol = 1,45
Paracrésol = 1,40
Thymol = 0,55

Ces chiffres, différent énormement des chiffres correspondents pour les alcools primaires et secondaires, mais elles coincident avec la vitesse initiale des alcools tertiaires.

Les limites des phénols sont dans le même cas. Différants des limites des alcools primaires et secondaires, ils n'ont d'analogie qu'avec celles des alcools tertiaires. Voici les limites trouvées:

Phénol, C_6H_6O = 8,64
Paracrésol, C_7H_8O = 9,56
Thymol, $C_{10}H_{14}O$ = 9,46
α Naphtol, $C_{10}H_8O$ = 6,16

Ces chiffres se cadrent parfaitement dans le tableau des limites des alcools tertiaires donnés sur la page 26. La conséquence tirée de l'étude des limites des alcools tertiaires, savoir, que la limite augmente en s'éloignant de la série saturée trouve une nouvelle confirmation dans l'étude des phénols. Les limites des phénols sont les plus hautes en les comparant avec les limites des alcools tertiaires obtenues à 155°. En voici des exemples:

$C_nH_{2n+2}O$	$C_nH_{2n}O$	$C_nH_{2n-2}O$	$C_nH_{2n-6}O$
$C_6H_{14}O = 3{,}78$ ou $0{,}83$ [1])	$C_6H_{12}O = 7{,}26$ allyldiméthylcarbinol		$C_6H_6O = 8{,}64$ phénol
	$C_{10}H_{20}O = 0{,}46$ allyldipropylcarbinol	$C_{10}H_{18}O = 3{,}10$ diallylpropylcarbinol	$C_{10}H_{14}O = 9{,}46$ thymol

En mettant dans la ligne horizontale des alcools avec C_{10}, le naphtol $C_{10}H_8O$, sa limite 6,16 fait exception à la règle ennoncée. Cependant, si nous discutons le phénomène de l'éthérification des phénols, nous verrons, que la limite du naphtol n'est pas anormale.

Dans les conditions des expériences les phénols donnaient des systèmes complètement homogènes, il ne fût observé aucun signe de décomposition des corps mis en réaction, donc il faut conclure, que l'éthérification des phénols dans les conditions étudiées procède normalement, tandis qu'elle est anormale pour les alcools tertiaires. Or les alcools primaires et secondaires dont l'éthérification procède aussi normalement, montrent un abaissement de la limite à mesure de l'éloignement de la composition saturée. Les phénols, le thymol et le naphtol sont dans le même cas: le dernier montre une limite plus basse que le premier.

L'éthérification des phénols étant normale, on pourrait en partant de leurs limites calculer les limites théoriques vraies des alcools tertiaires. Il manque encore de données dans le temps, mais quand l'étude ultérieure de l'éthérification, donnera la loi de changement de la limite avec la composition des alcools, les limites des phénols donneront les limites des alcools tertiaires.

L'étude de l'éthérification des phénols ne montre aucune particularité, qui pourrait accuser une différence tellement grande, que la théorie de la structure chimique suppose avoir lieu, entre les corps dits aromatiques et gras. C'est la deuxième fois, que nous avons l'occasion de faire cette remarque.

Nous ne faisons pas de comparaisons entre les limites des phénols, car l'isomérie du type aromatique rend ces comparaisons fort difficiles. Avec lequel des crésols pourrait on comparer le thymol? Mes recherches ne donnent pas une réponse à cette question.

Ayant indiqué l'analogie ayant lieu dans l'éthérification des phénols et des alcools tertiaires, je voudrais prendre date, pour l'étude ultérieure de ces composés dans la même direction.

Les essais concernant l'influence de l'isomérie des alcools sur la formation de leurs éthers composés se trouvent terminés. Dans le chapitre suivant je traiterai l'influence de l'isomérie des acides, afin de pouvoir donner des conséquences plus générales de cette longue étude.

---

1) selon l'isomére qu'on compare.

BEKANNTMACHUNG

der Kaiserlichen Akademie der Wissenschaften.

Als im Jahre 1847, bald nach Rückkehr des Herrn Dr. A. Th. von Middendorff von seiner sibirischen Reise, seitens der Akademie der Wissenschaften die Herausgabe seiner Reisebeschreibung in deutscher Sprache begann, wurde, einfacherer Berechnung wegen, für jeden Band derselben, ohne Rücksicht auf seinen Umfang und die Zahl der in ihm enthaltenen Tafeln, einförmig der Preis von 5 Rub. 40 Kop. (6 Thlr.) bestimmt. Gegenwärtig kann das Werk, ungeachtet einer Lücke im zweiten Bande, als vollendet betrachtet werden, und zwar enthält dasselbe 16 Lieferungen, die zu 4 Bänden zusammengestellt sind. Da jedoch der Inhalt des Werkes ein sehr mannigfaltiger und fast jede der Lieferungen einer besonderen Specialität gewidmet ist, so hat die Akademie, um die verschiedenen Theile des Werkes den betreffenden Fachgelehrten zugänglicher zu machen, die Bestimmung getroffen, dass von nun an wie die Bände so auch die Lieferungen einzeln im Buchhandel zu haben sein sollen, und zwar zu den folgenden, nach Umfang und Zahl der Tafeln normirten Preisen.

Dr. A. Th. v. Middendorff's Reise in den äussersten Norden und Osten Sibiriens während der Jahre 1843 und 1844 mit Allerhöchster Genehmigung auf Veranstaltung der Kaiserlichen Akademie der Wissenschaften zu St. Petersburg ausgeführt und in Verbindung mit vielen Gelehrten herausgegeben. 4 B^{de} in 4^{0} (1847 — 1875).

	Silber.		Reichsm.	
	Rbl.	K.	Mrk.	Pf.
Bd. I. Th. I. Einleitung. Meteorologische, geothermische, magnetische und geognostische Beobachtungen. Fossile Hölzer, Mollusken und Fische. Bearbeitet von K. E. von Baer, H. R. Göppert, Gr. von Helmersen, Al. Graf. Keyserling, E. Lentz, A. Th. v. Middendorff, W. v. Middendorff, Johannes Müller, Ch. Peters. Mit 15 lith. Tafeln. 1848. LVI u. 274 S.	3	45	11	50
Bd. I. Th. II. Botanik. **Lf. 1.** Phaenogame Pflanzen aus dem Hochnorden. Bearbeitet von E. R. v. Trautvetter. 1847. Mit 8 lithogr. Tafeln. IX u. 190 S.	2	25	7	50
Lf. 2. Tange des Ochotskischen Meeres. Bearb. von F. J. Ruprecht. 1851. Mit 10 chromolithogr. Tafeln. (Tab. 9 — 18.) S. 193 — 435	3	95	13	20
Lf. 3. Florula Ochotensis phaenogama. Bearbeitet von E. R. v. Trautvetter und C. A. Meyer. Musci Taimyrenses, Boganidenses et Ochotenses nec non Fungi Boganidenses et Ochotenses in expeditione Sibirica annis 1843 et 1844 collecti, a fratribus E. G. et G. G. Borszczow disquisiti. Mit 14 lithogr. Tafeln. (19—31.) 1856. 148 S.	2	45	8	20
Bd. II. Zoologie. **Th. I.** Wirbellose Thiere: Annulaten. Echinodermen. Insecten. Krebse. Mollusken. Parasiten. Bearbeitet von E. Brandt, W. F. Erichson, Seb. Fischer, E. Grube. E. Ménétriès, A. Th. v. Middendorff. Mit 32 lith. Tafeln. 1851. 516 S. (Beinahe vergriffen.)	7	35	24	50
Th. II. Lf. 1. Wirbelthiere. Säugethiere, Vögel und Amphibien. Bearb. von Middendorff Mit 26 lithogr. Tafeln. 1853. 256 S. (Vergriffen.)	6	35	21	20
Bd. III. Ueber die Sprache der Jakuten. Von Otto Böhtlingk. **Th. I. Lf. 1.** Jakutischer Text mit deutscher Uebersetzung. 1851. 96 S.	—	80	2	70
Lf. 2. Einleitung. Jakutische Grammatik. 1851. S. LIV u. 97—397	2	30	7	70
Th. II. Jakutisch-deutsches Wörterbuch. 1851. 184 S.	1	40	4	70
Bd. IV. Sibirien in geographischer, naturhistorischer und ethnographischer Beziehung. Bearbeitet von A. v. Middendorff. **Th. I.** Uebersicht der Natur Nord- und Ost-Sibiriens. **Lf. 1.** Einleitung. Geographie und Hydrographie. Nebst Tafel II bis XVIII des Karten-Atlasses. 1859. 200 S. und 17 Tafeln des Atlasses	3	15	10	50
Lf. 2. Orographie und Geognosie. 1860. S. 201—332. (Vergriffen.)	1	10	3	70
Lf. 3. Klima. 1861. S. 333—523 u. XXV	1	70	5	70
Lf. 4. Die Gewächse Sibiriens. 1864. S. 525—783 u. LVI	2	45	8	20
Th. II. Uebersicht der Natur Nord- und Ost-Sibiriens. **Lf. 1.** Thierwelt Sibiriens. 1867. S. 785—1094 u. XIII	2	50	8	30
Lf. 2. Thierwelt Sibiriens (Schluss). 1874. S. 1095—1394	2	30	7	70
Lf. 3. Die Eingeborenen Sibiriens (Schluss des ganzen Werkes). 1875. S. 1395—1615. Mit 16 lith. Tafeln	3	25	10	80

MÉMOIRES
DE
L'ACADÉMIE IMPÉRIALE DES SCIENCES DE ST.-PÉTERSBOURG, VII^E SÉRIE.
TOME XXVI, N° 10.

EMBRYOLOGISCHE STUDIEN.

VON

Prof. A. Famintzin.

Mit 3 Tafeln.

(*Lu le 7 Novembre 1878.*)

ST.-PÉTERSBOURG, 1879.

Commissionnaires de l'Académie Impériale des sciences:

à St.-Pétersbourg:
M. Eggers et C^ie, J. Issakof et J. Glasounof;

à Riga:
M. N. Kymmel;

à Leipzig:
M. Léopold Voss.

Prix: 40 Kop. = 1 Mrk. 30 Pf.

MÉMOIRES
DE
L'ACADÉMIE IMPÉRIALE DES SCIENCES DE ST.-PÉTERSBOURG, VII^E SÉRIE.
TOME XXVI, N° 10.

EMBRYOLOGISCHE STUDIEN.

VON

Prof. A. Famintzin.

Mit 3 Tafeln.

(*Lu le 7 Novembre 1878.*)

ST.-PÉTERSBOURG, 1879.

Commissionnaires de l'Académie Impériale des sciences:

à St.-Pétersbourg:
M. Eggers et C^ie, J. Issakof et J. Glasounof;

à Riga:
M. N. Kymmel;

à Leipzig:
M. Léopold Voss.

Prix: 40 Kop. = 1 Mrk. 30 Pf.

Imprimé par ordre de l'Académie Impériale des sciences.

Janvien 1879 C. Vessélofski, Secrétaire perpétuel.

Imprimerie de l'Académie Impériale des sciences.
(Vass.-Ostr., 9 ligne, № 12.)

Veranlassung zu folgenden Untersuchungen gab mir der Wunsch, an den sich heranbildenden Keimen die von mir, in meinen früheren Aufsätzen, ausgesprochenen Ansichten über die Gewebeentwicklung zu prüfen. Die Angaben fast aller Forscher, welche sich mit embryologischen Studien beschäftigt haben, stimmen darin überein: 1) dass die drei Initial-Schichten: das Dermatogen, das Periblem und das Plerom keine strenge Sonderung ihrer Theilungsprodukte behaupten und an der Grenze in einander übergehen können und 2) dass eine gesetzmässige Entstehung dieser drei Initialschichten in dem Keime nur in dessen hypocotylen Theile und nur in den zu den Dicotylen gehörenden Pflanzen zu Stande käme. In dem ganzen Keime der Monocotylen sowie auch in dem cotylen Theile des Embryo der Dicotylen soll dagegen eine mehr oder weniger unbestimmte, in vielen Fällen sogar eine ganz regellose Zelltheilung, ohne Spur einer Sonderung in Initialschichten, lange Zeit dauern können und erst später eine Zusammenordnung dieser Theilungsprodukte zu den oben erwähnten Schichten erfolgen.

Ich brauche kaum hinzuzufügen, dass eine gewissenhafte Prüfung dieser Angaben mir höchst wünschenswerth erschien und ich entschloss mich deshalb die Gewebedifferenzirung in den Keimen der Phomerogamen an einigen Beispielen aus eigener Anschauung kennen zu lernen.

Was die Embryoentwicklung bei Dicotylen betrifft, so sind die auf dessen hypocotylen Theil hauptsächlich sich beziehenden schönen Untersuchungen von Hanstein [1]), als auch die die letzteren, in mehreren wesentlichen Punkten verbessernden Angaben von Westermeier [2]) vorhanden, welche ich bis ins Einzelne bestätigen kann und denen ich deshalb auch nichts wesentlich Neues hinzuzufügen habe.

Dagegen sind die die Entwickelung des cotylischen Theiles des dicotylen Embryo betreffenden Angaben einer weiteren Aufklärung bedürftig. Es wird nämlich von Hanstein

1) Hanstein. Die Entwickelung des Keimes der Monocotylen und Dicotylen. Bot. Abhandl. I.
2) Westermeier. Flora 1876. № 31, 32, 33.

in diesem Theile des Embryo eine Allwärtstheilung der Binnenzellen angenommen, die erst später in den sich streckenden Cotyledonen in die Reihentheilung übergeht, wobei erst jetzt die Sonderung der Binnenzellen in Periblem und Plerom zu Stande kommen soll. Der Kontrast zwischen der strengen Gesetzmässigkeit in den Gewebedifferenzen des hypocotylen Theiles und der grossen Unbestimmtheit und Willkür desselben in dem cotylischen Theile des Keimes fällt sogleich in die Augen und lässt den Gedanken aufkommen; dass der Grund dieses Kontrastes nicht sowohl in dem regellosen Treiben der oberen Hälfte des Keimes, als vielmehr in der Schwierigkeit liegt, eine Gesetzmässigkeit in der Gewebeentwickelung in diesem Theile nachzuweisen, weshalb auch eine Nachuntersuchung hier höchst erwünscht erschien.

Noch unbestimmter sind die die Monocotylen betreffenden Angaben. «Zunächst» schreibt Hanstein S. 66 «pflegt das Wachsthum des cotylischen Keimtheiles gefördert zu werden, welcher *durch Allwärtstheilung* schnell in einen halbkugeligen Körper übergeht, der *etwa* die obere Hälfte des Keimlings ausmacht, und in seiner Totalität zum Keimblatt wird. Langsamer vergrössert sich die Zellmasse des hypocotylen Keimtheiles. Dabei herrscht die Form der *Schicht-* und *Reihen-Theilung* der Zellen mehr vor. . . . Die erste Gewebedifferenzirung ist auch hier die des Dermatogens. Doch tritt sie erst ein, wenn der Keim schon vielzellig ist und vollzieht sich *zögernd* und *unregelmässig. Erst viel später* ist das Hautgewebe dauernd constituirt. Darauf erfolgt ebenfalls allmählig und in vielfach abzeichnender Theilungsfolge im hypocotylen Theile die Sonderung und Anordnung der Zellen zu Periblem- und Plerom-Lagen, *bald genauer*, *bald weniger genau*, endlich im Ganzen wie bei den Dicotylen».

«Der Keimling sämmtlicher erörterten Phomerogamen entsteht mithin aus einer oder zwei Haupt- und einer Anschlusszelle. Diese bilden zunächst eine Zellkugel, scheiden zuerst ein geschlossenes Hautgewebe aus, und theilen darauf in ihrem Innern die erforderlichen Sondergewebe ab. Dabei differenzirt sich die Kugel in den cotylischen (Thallom) und den hypocotylischen Theil (Wurzelanlage und Zubehör) und darauf jener wieder in Caulom und Phyllome. Alles dies wird bei den Dicotylen durch planmässig aufeinander folgende Zelltheilungen ausgeführt, welche ohne jeden Umweg Zug für Zug scharf auf die innere und äussere Ausgestaltung loszielen. *Bei den Monocotylen dagegen finden sich die Sonderschichten erst nach und nach aus grösserem nicht planmässig angelegtem Zellhaufen durch wiederholte Theilungen zusammen, welche unregelmässig und allmählig aus indifferenten Richtungen in solche übergehen, die zum Ziele führen*».

Uebereinstimmend mit Hanstein sind die Angaben von Hieronymus, die Sonderung der Gewebe in dem Keime der Centralepideen betreffend[1]): «Es lassen sich «nach im» in dem spitzkugelförmigen vielzelligem Keimkörper *zwei deutlich gesonderte Histogenformen* unterscheiden, von welchen die eine eine einzellige Oberflächen-Schicht bildet und

1) Hieronymus. Beiträge zur Kenntniss der Centralepidaceen. 1873. p. 10 u. 11.

sich dadurch auszeichnet, dass sie sich nie tangential (die Wurzelspitze nur ausgenommen), sondern immer nur radial-senkrecht zur Fläche theilt, während die innere, welche zugleich dem Periblem und Plerom Hanstein's entspricht, sich durch die Mannigfaltigkeit, in welcher spätere Theilungen in den einzelnen Zellen erfolgen, charakterisirt».

Nach dem Schlusse dieser ersten Entwickelungsperiode entsteht nach Hieronymus «durch mannigfach verlaufende Längstheilungen der in der geometrischeu Längsaxe in Längsreihen anliegenden Zellen ein verhältnissmässig kleinzelliger axiler Zellstrang, der bestimmt ist, sich später zum einzelnen axilen Gefässbündel des Cotyledon auszubilden, mithin dem Plerom Hanstein's entsprechen möchte. Damit steht es jedoch durchaus nicht fest, dass die noch ungetheilten, aus gleich grossen Zellen wie das übrige Gewebe bestehenden, an der geometrischen Mittellinie anliegenden Reihen etwa schon als Plerom gedeutet werden können. *Im Gegentheil ist es mir mehr als wahrscheinlich, dass einerseits auch der gedachten geometrischen Axe nicht direct anliegende Reihen hie und da durch Tochterzellbildung nach Innen zur Plerombildung beitragen, andererseits auch nach Aussen liegende Theilzellen jener an der Axe liegenden Reihen zu dieser Zeit noch aus dem Pleromverband ausscheiden und zum Periblem übertreten können*».

Dieselbe Ansicht über die Möglichkeit der Erzeugung der Zellen einer der drei oben erwähnten Initialschichten aus denen der anderen, wird auch von Fleischer, in seinem Aufsatze: «Beiträge zur Embryologie der Monocotylen und Dicotylen» ausgesprochen [1]). Er glaubt sogar dieses für *Ornithogalum nutans* behaupten zu können, dessen Embryo, in der ersten Periode, seinen Angaben nach, mit den Dicotylen in den Zelltheilungen übereinstimmt. Es kommt nach ihm sogar vor, dass *manche von den Zellen, welche man als Darmotogen anzusprechen durchaus berechtigt war, sich vergrössern und so theilen, dass sie noch Zellen nach Innen abgeben*; doch scheint dies Vorkommniss sich auf die obere Hälfte zu beschränken, wo überhaupt die Unregelmässigkeit am grössten ist. Die äusseren vier der oben erwähnten acht Binnenzellen der unteren Hälfte geben natürlich das Periblem, die innern vier das Plerom; *ob aber aus deren Nachkommenschaft nicht auch einzelne Zellen zu der andern* Gewebeform hinübergerathen, lässt sich bei der vollständigen Verwischung der Grenze schwer feststellen; *es ist sogar wahrscheinlich, dass dies vielfach vorkommt*».

Die grösste Unbestimmtheit in der Gewebeentwickelung lässt sich, nach Fleischer, an dem Embryo von *Leucojum aestivum* beobachten, der nach diesem Forscher, «*uns ein Bild der Entwickelung darbietet, welches die den Monocotylen im Allgemeinen eigenthümlichen Züge in schärfster Ausbildung an sich trägt. . . .* Den Grundzug desselben bildet die *ausserordentliche Verzögerung einer geordneten Zellgruppirung* im Verhältniss zum Fortschritt der Massenentwickelung. Schon die Abschliessung des Individuums gegen Aussen, durch die Dermatogenbildung, ist im Verhältniss zur Massenzunahme desselben in eine sehr späte Periode gerückt; noch weit mehr ist dies mit den inneren Gewebesonderungen der Fall».

1) Flora. 1874. p. 369.

Diese Citate, welche den hervorragendsten, in den letzten Jahren, angestellten embryologischen Untersuchungen entnommen sind, mögen genügen, um die jetzt herrschende Meinung über die Gewebesonderung der Phomerogamenkeime zu charakterisiren. Um diese Ansichten über die Gewebeentwickelung im Pflanzenorganismus zu prüfen, habe ich vor Allem mein Augenmerk auf die Gewebedifferenzirung des Keimes an zwei, als Typen der Monocotylen und Dicotylen von Hanstein angegebenen und hauptsächlich untersuchten Pflanzen: *Alisma Plantago* und *Capsella bursa pastoris* gerichtet.

Zwei Fragen habe ich hauptsächlich im Auge gehabt: 1) Die Heranbildung der drei Initialschichten zu verfolgen und 2) den Grad der Selbstständigkeit einer jeden dieser Initialschichten (Dermatogen, Periblem und Plerom) zu prüfen oder, mit anderen Worten, die von den oben genannten Forschern zugegebene Möglichkeit der Heranbildung von Elementen der einen Schicht aus den Zellen der andern zu bestätigen oder zu wiederlegen. Es hat sich nun herausgestellt, dass bei diesen beiden Pflanzen, in gleichem Grade, eine strenge Gesetzmässigkeit in der Heranbildung der drei Initialschichten zu beobachten ist und dass die einmal gesonderten Schichten während der ganzen Periode der Entwickelung des Embryo ganz scharf von einander getrennt bleiben und niemals in einander übergehen. Von der Verallgemeinerung der erhaltenen Resultate mich fern haltend, will ich gegenwärtig nur ihre Gültigkeit für die beiden oben genannten Pflanzen mit Bestimmtheit behaupten.

Alisma Plantago.

Alles jetzt über Keimentwickelung bei *Alisma Plantago* Bekannte haben wir den Untersuchungen Hanstein's zu verdanken. Ihm gebührt der Verdienst nachgewiesen zu haben, dass der Embryo von *Alisma* aus drei übereinandergelegenen Zellen, welche die Spitze der Vorkeimzellreihe ausmachen, gebildet wird; die Differenzirung der Initialschichten und der morphologische Aufbau des Embryo sind ebenfalls von ihm ausführlich beschrieben worden.

Meine, hauptsächlich nur die Gewebedifferenzirung berührenden Beobachtungen will ich jetzt nur insofern mittheilen, als sie die von Hanstein vervollständigen oder ihnen widersprechen.

In seinem oben citirten Werke: Entwickelung des Keimes der Monocyleponen und Dicotyledonen (1870) beschreibt Hanstein die ersten Entwickelungsstadien des *Alisma*-Embryo auf folgende Weise: Der jüngste auf Taf. 8 Fig. 1—5 abgebildete keulenförmige Keimling zeigt einen zweizelligen Stiel und einen aus fünf Horizontalschichten gebildeten Kopf, dessen unterste Schicht entweder auch noch eine ungetheilte Zelle oder ein Zellenpaar ist, während die übrigen entweder Zellenpaare oder Doppelpaare sind». «Diese Schich-

ten stammen zunächst aus drei Zellen her, die die Spitze der Verkeim-Zellreihe ausgemacht haben und *deren beide oberen sich erst noch einmal wagerecht und dann senkrecht getheilt* haben. Die dritte unterste Zelle entspricht der Hypophyse der Dicotylen und erscheint zunächst ungetheilt, dann in senkrechter Spaltung begriffen. *Jene entsprechen der oberen und unteren* Keimlings-Hemisphäre der genannten Pflanze. In allen vier oberen Zellen vollendet sich die Spaltung über Kreuz, nachdem sie *zuerst in der dritten Schicht, von oben gezählt*, sichtbar geworden ist, nach *oben und unten zu fortschreitend*». Die vorigen Angaben vervollständigend, obwohl mit ihnen nicht vollkommen übereinstimmend sind die, nach den vorläufigen Publicationen, sowie nach Hanstein's brieflichen Mittheilungen von Sachs in seinem Lehrbuch (Aufl. 4; 566, 567. 1874) gegebenen Zeichnungen und Beschreibung der ersten Entwickelungsstadien des Alisma-Embryo: «S. 402 f. II. zeigt über der Verkeimzelle noch zwei andere über einander liegende Zellen, deren letzte (die oberste) *bereits durch eine Längs- und eine Querwand* in vier, wie Kugelquadranten gelagerte Zellen getheilt ist; die Vergleichung der Zustände II bis V ergiebt, dass die *weitere Ausbildung* zunächst in *basipetaler Folge fortschreitet*, zumal tritt noch eine durch intercalare Theilung entstandene Zelle zwischen dem Ende des Vorkeims und dem bereits vorhandenen Keimkörper auf, aus der sich später die Wurzel bildet; Hanstein nennt sie und das aus ihr hervorgehende Gewebe die Hypophyse».

Diese beiden Angaben sind in folgenden Punkten einander widersprechend: a) nach Hanstein's früherer Angabe erscheint der Keimling zuerst aus 3 über einander gelegenen Zellen zusammengesetzt, von denen die 2 oberen zuerst *wagerecht*, und dann erst durch senkrecht gestellte Zellwände getheilt werden. Von diesen wagerechten ersten Theilungen finde ich bei Sachs nichts erwähnt. Im Gegentheil wird schon die oberste zu den zwei über der Vorkeimzelle liegenden Zellen als bereits durch eine Längs- und Querwand getheilt beschrieben und abgebildet. b) Die Spaltung übers Kreuz wird nach der oben citirten Abhandlung Hansteins zuerst in der dritten Schicht, von oben gezählt, zuerst angelegt, von da nach oben und unten fortschreitend. Nach Sachs Beschreibung soll dagegen die Entwickelung zunächst in basipetaler Folge fortschreiten. Nach meinen Untersuchungen ist aber keine von diesen beiden Beschreibungen richtig.

Um die Reihenfolge in der Entstehung der ersten Querwände des Embryo festzustellen habe ich eine grosse Zahl von Keimen in den verschiedenen Entwickelungsstadien mittelst der Camera lucida bei derselben Vergrösserung gezeichnet. Es stellte sich nun dabei heraus, dass die Schwankungen in den Dimensionen des Embryo von *Alisma* in den ersten Stadien der Entwickelung so gering sind, dass die Reihenfolge der nach einander erscheinenden Querwände aus dem Vergleichen der Länge der Zellen der früheren und späteren Stadien vollkommen sicher festgestellt werden konnte. Es ist dabei nur nothwendig zu beobachten, dass die, zum Durchsichtigmachen mit dem Embryo vorgenommene Behandlung in allen Fällen dieselbe sei.

In dem jüngsten von mir beobachteten und abgebildeten Stadium Taf. I fig. 1 bestand

der Keim sammt dem Vorkeime aus drei Zellen: einer grossen, ovalen Zelle des Vorkeims, einer mittleren cylindrischen und einer kleinen halbkugelichen apicalen Zelle des Keimes. Die Grenze zwischen dem Embryo und dem Vorkeime lässt sich bei weitem nicht so klar definiren wie bei *Capsella*, denn, wie ich gleich zeigen werde, wird der Embryo von *Alisma* aus der apicalen Zelle und einem Theile der mittleren cylindrischen aufgebaut, welche am entgegengesetzten Ende mit der Zeit in die Hypophysis, und sogar in den Vorkeim umgebildet wird. Die Entstehung dieser drei Zellen aus der befruchteten Eizelle ist aller Wahrscheinlichkeit nach die, dass sie zunächst zu einem cylindrischen Faden auswächst, welcher durch eine Querwand von dem ovalen Theile sich absondert, worauf eine zweite Querwand nahe an dem freien Ende der neu entstandenen cylindrischen Zelle erscheint und sie in eine halbkugeliche axicale und mittlere cylindrische theilt. Leider habe ich versäumt, die Entstehung dieser ersten 2 Querwände genauer zu untersuchen. Von diesem Stadium an kommt die Bildung der Querwände in folgender Weise zu Stande: es sammelt sich in der mittleren cylindrischen Zelle an dem an die Apicalzelle grenzenden Ende ein Theil ihres Plasma (fig. 2), welches mit der Zeit durch eine Querwand von dem übrigen Lumen dieser Zelle getrennt wird; es ist mir mehrere Mal gelungen, das an dieser Stelle angehäufte Plasma vor der Bildung der Querwand zu beobachten. Wenn man nun in den Zeichnungen die Länge der mittleren Zelle und der durch Quertheilung aus ihr entstandenen Zellen vergleicht, so ist daraus sogleich zu ersehen, dass die Länge der ersteren der der beiden aus ihr hervorgegangenen gleich ist. Bald nach der Bildung dieser Querwand wird wieder eine Ansammlung des Plasma in der grösseren der neu entstandenen Zellen an der neu gebildeten Querwand sichtbar (fig. 3) und wieder durch eine Querwand vom übrigen Raume dieser Zelle abgetrennt. Ganz auf dieselbe Art erfolgt die Bildung von gewöhnlich noch zwei Querwänden in streng centripetaler Folge, so dass endlich der Rest der durch Querwände getheilten cylindrischen Zelle als kurzer Abschnitt erscheint (fig. 4, 5). Gleichzeitig mit der Bildung von den vier ersten Querwänden werden auch Längswände angelegt und zwar am allerersten in der oberen Zelle, und nicht in der dritten Zelle von oben, wie Hanstein angiebt (fig. 4, 6*a*). Die zwei ersten Längswände einer jeden der in einer Reihe gelagerten Zellen des Embryo sind zu einander rechtwinkelig gestellt, in den benachbarten Zellen aber selten einander entsprechend (fig. 5, 7, 8) wie es schon Hanstein richtig angegeben hatte.

Die Lage dieser sowohl, als aller nachfolgenden Längswände lässt sich sicher nur nach dem, von Westermeier für den *Capsella*-Embryo vorgeschlagenen Verfahren, nämlich bei senkrechter Lage des auf den Scheitel oder umgekehrt gestellten Keimes, beobachten. Auf diese Weise sind alle beigegebenen optischen Querschnitte der Keime mittelst der Camera lucida von mir abgebildet worden. Es ist aus ihnen (fig. 7, 8, 9, 10, 11, 12) klar zu entnehmen, dass die, nach der Bildung der ersten zu einander rechtwinkeligen Längswände, in jeder der vier Zellen einer Etage stattfindenden Längstheilungen, welche die Sonderung der zu den drei Initialschichten sich differenzirenden Zellen einleiten, dieses auf verschiedene Weise zu Stande bringen.

In einer, manchmal in mehreren oder auch allen vier Zellen einer Etage des Embryo wird zuerst eine der freien Oberfläche parallele Wand gebildet und dadurch sogleich das Dermatogen abgeschieden, worauf die innere Zelle nach der von Westermeier für *Capsella* angegebenen Weise durch zwei den Seitenwänden der getheilten Zelle parallele und zu einander rechtwinklige Wände in zwei Zellen des Periblems und eine Zelle des Pleroms zerfällt (fig. 7 *d*, α, fig. 8 *c*, *e*, α).

In anderen Fällen nimmt die erste Längswand eine schief-radiale Richtung an, indem sie mit einer Kante an die freie Oberfläche grenzt, mit der anderen einer der Seitenwände der Zelle sich anlegt. In diesem Falle wird also die Zelle in zwei neue getheilt, von denen nur die grössere bis zur Axe des Embryo reicht (fig. 7 *b*, γ, fig. 8 *e*, γ, fig. 10 *b*, γ). Die kleinere wird ferner durch eine der freien Oberfläche parallele Wand in eine Dermatogene und eine Periblemzelle geschieden, die grössere dagegen in eine Dermatogen- eine Periblem- und eine Pleromzelle getheilt.

Wodurch diese Variationen in der Bildung dieser Längswände entstehen, ist mir nicht gelungen zu entscheiden. Für den vorliegenden Zweck ist es aber auch ziemlich gleichgültig, denn, möge die Folge der Bildung dieser Längswände sein welche sie wolle, so ist immer, so viel ich beobachtet habe, die Sonderung der die drei Initialschichten weiterhin producirenden Zellen, nach der Bildung der oben beschriebenen Längswände, ganz scharf ausgesprochen; es lassen sich nämlich in einem jeden Viertel einer Querscheibe des Embryo zwei äussere Dermatogenzellen, zwei mittlere Periblem- und eine innere Pleromzelle ganz scharf unterscheiden (fig. 9 *a*, *b*).

Die Reihenfolge in der Entstehung der verticalen Wände lässt sich nur an Präparaten, in denen sie sich nur theilweise gebildet haben, bestimmen, denn bald nach ihrer Anlegung werden sie so gegen einander verschoben, dass ihre gegenseitige Lage keinen Schluss mehr über die Folge ihres Nacheinandererscheinens ermöglicht (fig. 9 *a*). Sogar in der fig. 8 *c*, wo ihre Vollzahl noch nicht zu Stande gebracht ist, lässt sich schon über die Aufeinanderfolge der in jedem Quadranten gebildeten 2 Scheidewände, dieser Ursache wegen, Nichts bestimmtes schliessen.

Von Hanstein [1]) werden diese ersten Theilungen durch verticale Wände als eine zweimalige Abtrennung schalenförmiger Zellen geschildert. «Dadurch ist ausser dem Dermatogen die Sonderung von Periblem und Plerom und der untere Abschluss aller Schichten zur Anlage gelangt, wenn auch bis jetzt nicht so scharf wie bei den Dicotylen, so doch im Ganzen ähnlich genug».

«In sämmtlichen Zellschichten bilden sich neue Quer- und Längswände und es entsteht durch wiederholte Theilung alsbald ein vielzelliger Körper, dessen ganzes Innere aus gleichartigen Zellenindividuen aufgebaut ist. Dieselben lassen die in der Anlage freilich

1) Hanstein. ib. p. 34.

schon begründete künftige Sonderung noch nicht unterscheiden. Um so deutlicher aber ist jetzt die scharf gesonderte Dermatogenhülle gekennzeichnet».

Diesem Ausspruche Hanstein's nach möchte man glauben, dass er eine strenge Sonderung dieser drei Gewebe in dem Keime von *Alisma* bis in die Periode der Reife annehme. Leider fügt Hanstein über diesen Punkt nichts den eben citirten Zeilen zu; seine optischen Längsschnitte des *Alisma*-Embryo scheinen indessen mehr als Belege dagegen als für diese Ansicht zu sprechen. In ihnen (Taf. III, fig. 8, 9, 12, 13, 14, 18, 19, 20) ist die Grenze zwischen dem Plerom und dem Periblem nur im unteren Wurzelende des Keimes deutlich angegeben, in dem mittleren Theile dagegen sowie im Cotyledon scheinen diese Schichten in einander überzugehen. Die weitere Entwickelung des Embryo wird von Hanstein in folgender Weise geschildert: An dem ovalen Embryo lässt sich (wie seine Fig. 12 zeigt) ein freilich noch kaum merklicher Eindruck wahrnehmen, gerade an der Grenze zwischen den Nachkommenschaften der obersten und der nächstunteren Keimzelle (seine Fig. 11—14). Der Eindruck selber wird dadurch hervorgerufen, dass die über und unter seinem Entstehungsort befindlichen Zellschichten nach der einen Keimseite sich etwas ausgiebiger weiten oder auch spalten als nach der anderen, unmittelbar an der Stelle des Eindrucks selbst aber kaum zunehmen. So schwillt seitwärts sowohl die obere als die untere Keimhälfte über diese Grenze, die als Einschnürung zurückbleibt, hervor, und treibt das im Zusammenhang verharrende Dermatogen heraus. Hierdurch ist die äussere Gliederung des Keimlings eingeleitet; die obere Hälfte ist der Anfang des Keimblattes, der cotylische Theil, der untere der hypocotyle. Aus der Wölbung, hart unter der Grenzeinschnürung, hat der Vegetationshügel desselben zu entstehen.

So weit Hanstein; seine übrigen, obwohl nicht minder wichtigen Resultate, die aber fern von dem von mir verfolgten Zwecke liegen, will ich unerwähnt lassen und gehe nun zur Beschreibung meiner eigenen Untersuchung über.

Was die äussere Gliederung des Keimes von *Alisma* betrifft, so wird sie durch die ersten, in streng basipetaler Richtung angelegten, oben beschriebenen Querwände vollbracht: die oberste Zelle (fig. 1, 2, 3, 4, 5, 6*a*, u. *b*, 7*a*, 8*a* mit *l* bezeichnet) geht, sammt allen aus ihr späterhin sich bildenden Theilungsproducten in das Keimblatt des Embryo, die nächstuntere zweite Zelle (fig. 3, 4, 5, 6*a* u. *b*, 7*a*, 8*a* mit *m* bezeichnet) bildet den scharf vom Cotyledon, sowie von der Wurzel gesonderten mittleren Theil, an dem die Stengelknospe hervorwächst; die dritte Zelle (fig, 4, 5, 7*a*, 8*a*, mit *n* bezeichnet) wird zur Wurzel und endlich die auf sie folgenden (fig. 4, 5, 7*a*, 8*a*, mit *o* und *p* bezeichnet) bilden die Hypophyse und einen Theil des Keimfadens. Diese drei Theile des Embryo bleiben fast bis zur Reife ausserordentlich deutlich abgegrenzt, sowohl auf der Oberfläche des Embryo, als auch seiner ganzen Dicke nach. In fig. 13*a* und *b* in der Flächenansicht, in der fig. 14*a* und *b* und fig. 15*b* im optischen Längsschnitte, wo die entsprechenden Theile mit denselben Buchstaben wie die sie erzeugenden Zellen der fig. 1 bezeichnet sind. Sonderbarer Weise erscheinen diese Grenzen in den Zeichnungen von Hanstein fast ganz verwischt.

Nicht minder deutlich lassen sich während der ganzen Entwickelung des Embryo die Grenzen zwischen den drei Initialschichten unterscheiden, wie sich das aus meinen Zeichnungen der optischen Quer- und Längsschnitte ersehen lässt, besonders wenn man die aus verschiedenen Entwickelungsstadien entnommenen Querschnitte und Längsschnitte mit einander vergleicht (fig. 9, 11, 12, 14, 15, 18). In den Figuren 9, 11, 12 sind mit *a* die optischen Querschnitte der Cotyledonen, mit *b* die des mittleren Theils, mit *c* der optische Querschnitt aus der Wurzel bezeichnet. In fig. 9 ist im Cotyledon erst die Sonderung in Dermatogen, Periblem und Plerom eben nur zu Stande gekommen; in den fig. 11 und 12 hat sich das Periblem schon mittelst der Peripherie parallelen Wänden in den meisten Zellen getheilt und erscheint zweischichtig. Nicht minder scharf sind die Grenzen zwischen Periblem und Plerom in fig. 18 zu sehen, zu welcher drei Querschnitte *a* aus der Wurzel, *b* dem Grunde des Cotyledon und *c* nahe an dessen Gipfel eines fast vollkommen reifen Embryo entnommen sind. In dem Querschnitte *c* sind alle Gewebe schon stets ganz ausgebildet; in ihm sind die Umrisse der 4 ursprünglichen Zellen des Pleroms noch kenntlich, von denen 3 durch eine Längswand sich getheilt haben; in der vierten ist dagegen sogar auch diese Theilung ausgeblieben. Das wenigzellige Plerom wird von dem nur 2 bis 3-schichtigen Periblem umgeben. Gegen den Grund allmählig an Umfang zunehmend, bildet der Cotyledon 3 bis 4 Reihen Periblem aus; das Plerom bleibt dagegen ebenso unbedeutend wie im oberen Theile. Die Entstehung der 3. und 4. Reihe der Periblem-Zellen durch Theilung der vorhergebildeten Zellen dieser Schicht habe ich, obwohl nicht abgebildet, doch direkt beobachtet. Die flügelartigen Ausbreitungen welche die sich heranbildende Knospe umgeben, bestehen, wie es in der Zeichnung (fig. 18*b*) genau abgebildet ist, nur aus dem Dermatogen. Die Gewebe des Querschnittes *b* sind auch schon vollkommen ausgebildet. Dagegen dauert in dem unteren Theile des Embryo in der Wurzel das Wachsen fort, indem das Periblem in seinem innern Theile noch fortfährt seine Zellen durch Längswände zu vermehren und durch Volumzunahme den Umfang dieses Theiles zu vergrössern. Die Theilung scheint, der Zeichnung nach zu urtheilen, nur in der an das Plerom grenzenden Zellreihe stattzuhaben.

Auch auf diesem Querschnitte (fig. 18*a*) erscheint das Plerom unbedeutend und vom Periblem scharf geschieden.

Die aus den Querschnitten gemachten Folgerungen werden durch eine genauere Betrachtung der optischen Längsschnitte (fig. 14*a*, *b*, 15*b*) noch bekräftigt. Fig. 14*a* und *b* stellen zwei optische Längsschnitte aus demselben Embryo in zwei gegeneinander rechtwinkligen Ebenen abgezeichnet dar. In der fig. 14*a* finde ich leider genau nur die Zelltheilung im Cotyledon und die Lage der zwei breiten Zellen des mittleren Theils (letztere punktirt) abgezeichnet; in fig. 14*b* sind dagegen alle Zelltheilungen genau angegeben; im Cotyledon, in der Wurzel und in der einen Hälfte des mittleren Theiles sind die drei Initialschichten äusserst klar gesondert. Ueber die Sonderung der Initialschichten in dem Theile des Embryo, aus welchem die Knospe gebildet wird, konnte ich keine klare Vor-

stellung erlangen. In den ersten Stadien der Entwickelung, war in dem die Knospe heranbildenden Theile des Embryo keine Differenz in der Zelltheilung zu beobachten, nur schien letzterer in seiner Entwickelung etwas zurückzubleiben. An dem weiter entwickelten Embryo (fig. 15*a* und *b*) ist die Sonderung in 3 Schichten ebenso deutlich wie in dem jüngeren Stadium zu beobachten, mit dem Unterschiede nur, dass neue Theilungen hinzugekommen sind. Als besonders interessant ist noch der Umstand zu erwähnen, dass der Cotyledon von *Alisma*, der ohne Zweifel als blattartiges Gebilde angesehen werden muss, meinen Untersuchungen nach, in einerdem axilen Theile vollkommen analogen Weise seine Initialschichten bildet und nicht, wie es jetzt allgemein für die Blätter angenommen wird, als ein aus dem Dermatogen und Periblem des Stammtheiles entstandener Auswuchs zu deuten ist.

Die Angabe von Hanstein, dass der Anfangs kaum merkliche seitliche Eindruck, an der Grenze zwischen den Nachkommenschaften der obersten und der nächstunteren Keimzelle wahrgenommen wird kann ich nicht nur bestätigen, sondern noch viel genauer die Stelle des Embryo, aus der die künftige Stengelknospe gebildet wird, angeben. Es lassen sich nämlich an Keimen, die den seitlichen Eindruck noch kaum wahrnehmen lassen, in dem mittleren Theile des Embryo zwei Dermatogenzellen durch ihre Form und ersten Theilungen von allen übrigen dieses Gürtels scharf unterscheiden (fig. 13*a* und *b*). Diese beiden Zellen erscheinen um Vieles breiter als die ihnen angrenzenden, von denen sie sich noch dadurch unterscheiden, dass eine jede von ihnen schon in vier übereinandergelegten Zellen getheilt erscheint, während in den übrigen zu dieser Zeit nur je eine Querwand vorhanden ist und der Gürtel seiner ganzen Länge nach, diese beiden Zellen nur ausgenommen, aus zwei Zellenreihen gebildet erscheint. Die geringere Breite der übrigen Zellen erklärt sich leicht durch die Bildung einer Längswand in einer jeden von ihnen, anstatt der Querwände, welche die beiden oben erwähnten Zellen charakterisiren. Ob diese beiden Zellen Theilungsprodukte des einen Quadranten des Querschnittes sind, oder Zellen zweier benachbarter Quadranten ihren Ursprung verdanken können, ist mir noch nicht gelungen zu entscheiden. Oefters habe ich sie ein Viertel des Umfangs einnehmen sehen, manchemal aber nahmen sie einen geringeren Theil ein; ob dieses letztere Verhältniss durch nachträgliches stärkeres Wachsthum der übrigen Zellen des Gürtels in die Breite oder dadurch zu Stande gebracht wurde, dass diese beiden Zellen zur Zeit ihrer Anlegung schon weniger als ein Viertel des Umfangs einnahmen, muss ich ebenfalls dahingestellt sein lassen. Die seitliche Einbuchtung ist auch an optischen Querschnitten sehr deutlich sichtbar, wie ich es in den fig. 11 und 12 an verticalgestellten Keimen abgebildet habe. Fig. 11*a* stellt einen optischen Durchschnitt durch den Cotyledon, fig. 11*b* einen solchen des mittleren Theiles dar. In dem Cotyledon erscheinen alle vier Quadranten des Querschnitts gleich stark entwickelt, während in fig. 11*b* die eine Hälfte des Schnittes stärker ausgewachsen ist. Dasselbe Verhältniss ist in fig. 12*a*, *b*, *c* zu beobachten, in der fig. 12*a*, welche dem Querschnitte durch den Cotyledon und der fig. 12*c* welche dem der Wurzel entsprechen, sind alle vier Quadranten gleich stark entwickelt. In der fig. 12*b* dagegen, welcheden optischen Querschnitt durch den

mittleren Theil des Embryo darstellt, ist die eine Hälfte schwächer angelegt, und von den beiden Quadranten der letztern der eine (α) schwächer als der andere (β).

Bei weiter entwickelten Keimen lässt sich mit Leichtigkeit der Antheil der Theilungsprodukte des Cotyledon als der des mittleren Theiles bestimmen. Wie es aus der fig. 15*a* und *b* und fig. 17 zu ersehen ist, wird die über der sich heranbildenden Knospe befindliche Ueberdachung x aus den Zellen des Cotyledon, die Knospe dagegen, mit den an ihrem Vegetationspunkte heranwachsenden Blättern aus den Zellen des mittleren Theils (y) des Keimes gebildet. Der optische Längschnitt durch diesen Theil des Embryo zeigt noch ausserdem ganz deutlich, dass, in der ersten Zeit wenigstens, die sich heranbildende Knospe aus den Theilungsprodukten der unteren Hälften der oben erwähnten zwei Dermatogenzellen und ihnen von innen angrenzenden Zellen des mittleren Theils sich bildet. Sowohl die Dermatogen-, als die Periblem- und Pleromzellen dieses Theiles erscheinen beträchtlich umfangreicher, als die oben ihnen angrenzenden Zellen der entsprechenden oberen Hälfte.

Capsella bursa pastoris.

Die Keimung von *Capsella bursa pastoris* ist von Hanstein ausführlich beschrieben worden; seine im Allgemeinen genauen Untersuchungen wurden späterhin von Westermeier geprüft und in einigen wesentlichen Punkten berichtigt. In den folgenden Zeilen will ich die von mir erhaltenen Resultate denen der oben genannten Forscher hinzufügen.

Den Angaben über die ersten Theilungen des Embryo, so wie auch über die Differenzirung der drei Initialschichten in dessen unterer Hälfte habe ich nichts Neues hinzuzufügen, als nur die Bemerkung, dass sowohl in Hinsicht der Theilung des Keimes in Octanten, als auch der Richtung der ersten Theilwände in den 4 Binnenzellen der unteren Hälfte des Embryo Westermeier's Angaben als die richtigeren zu betrachten sind. Letzteres ist aus der fig. 20*b*, wo die erste Sonderung der Periblem- und der Pleromzellen, durch die den inneren Seiten parallelen Wände, schon begonnen hat, mit vollkommener Bestimmtheit zu beobachten. Es hat sich nämlich in einer jeden dieser Zellen schon eine diese Sonderung vollführende Wand gebildet.

Es ist schon von Hanstein ganz richtig angegeben worden, dass die ersten im Embryo erscheinenden Querwände ihn in zwei übereinander gelegene Hälften spalten: die cotylische und die hypocotylische, deren erste dem Stammtheile, die zweite der Wurzel entspricht. Hanstein hat sein Augenmerk hauptsächlich auf die untere Hälfte gerichtet, wo die Gewebedifferenzirung viel leichter zu beobachten ist und von Hanstein ganz genau beschrieben wurde. Ich habe dagegen ganz besonders auf die in der oberen Hälfte stattfindende Differenzirung der Gewebe Acht gegeben und obgleich ich mich nicht rühmen

kann mein Ziel vollkommen erreicht zu haben, so bin ich doch im Stande manches Neue dem schon Bekannten hinzuzufügen.

Nach Hanstein sollen «die Binnenzellen der oberen Hälfte des Embryo von *Capsella* Theilungen anders wie jene der unteren, nämlich nach ziemlich verschiedenen Richtungen wechselnd beginnen, so dass nur die ersten Wände ungefähr von oben nach unten, doch immer mehr oder weniger schräg verlaufen. Keine Richtung muss bestimmt die erste sein und keine genaue Folge hat sich finden lassen. Es entsteht eine nicht regelmässige geordnete Zellgruppe wie der Vergleich seiner Figuren 17—23 auf Taf. I? und fig. 25 und 26 auf Taf. II? ergiebt. Auch während der zweiten Periode der Entwickelung, wenn der Keimling sich eben abflacht und eine dreickige und herzförmige Gestalt annimmt, bleibt, nach Hanstein, im ganzen oberen Theile nichtsdestoweniger das Zellgewebe in gleichartiger Theilung. *Während es im Ganzen an Masse zunimmt und auch mehrschichtig wird, bedingt auch diese Umbildung keine bestimmte Theilungsrichtung.* Die ganze obere Zellmasse wird fast gleichmässig dabei betheiligt, nur dass die Zellen der Seiten sich ausgiebiger theilen und die Mitte überholen. Dabei zieht sich die ganze Keimfigur zugleich mehr in die Breite, und zwanglos folgt die Entstehung der Scheidewände dieser allmählichen Verwandlung der Keimgestalt. *Die eintretende äussere Gliederung des oberen Keimtheils wird hierdurch sichtbar und gestaltet sich heraus, während eine Gewebssonderung in seinem Inneren nicht vor sich geht.*

In der letzten dritten Periode handelt es sich, nach Hanstein, nur darum[1]), alles was nun angelegt ist, weiter durch die angefangenen Zell-Theilungs-Stufen auszubilden und zu vergrössern, bis der Keim zum Zustande der Reife herangewachsen ist. Während der zunehmenden Hebung der Keimblattanlagen *wird über ihnen wie über dem ganzen Keimling das Hautgewebe immer gleichmässig wie getriebene Arbeit gereckt und ausgebauscht.* Es folgt der Dehnung durch seine auf die Aussenfläche senkrechte Zelltheilungen und behauptet seine strenge Sonderung die es schon den ersten Quadranten-Zellen abgewonnen hat (Taf. III, fig. 43).

«*Ein ganz gleichmässiges Urgewebe füllt die ganze Masse der Cotyledonen aus, erst in Allwärtstheilung begriffen, später mehr in die Reihentheilungsform, die der Streckung entspricht übergehend* (Taf. III, fig. 43)».

«Die[2]) Stammknospe selbst gewinnt innerhalb des Samens dieser Pflanze keine deutliche Ausbildung. Wohl aber setzen sich die Periblemreihen des hypocotylen Keimkörpers mit wachsender Ausbildung der Keimblattanlagen immer deutlicher in diese hinein fort Endlich umzieht wenigstens die äussere derselben, zugleich mit dem Dermatogen, die oberen Ränder der Keimblätter, läuft an ihrer inneren Fläche abwärts und auch über den Entstehungsort der Stammknospe von einem zum anderen Blatt ziemlich scharf gesondert

1) l. c. p. 14 und 15.
2) l. c. p. 19.

hinüber». «Am auffallendsten bleibt auf allen diesen Ansichten das Zurückbleiben der Stammknospe, die zwar örtlich vorgezeichnet, aber durch keine scharfe Sonderung von der Umgebung abgegrenzt, nur in einer sehr kleinen Menge der dreierlei Meristen-Zellen zu suchen ist, deren innere Schichtung noch wenig ausgeprägt ist.

Westermeier hat nur wenig Neues in Betreff der Entwickelung der oberen Hälfte des Embryo hinzugefügt. Er hat zuert darauf hingewiesen, dass in beiden Schichten der oberen Hälfte des Embryo hauptsächlich den 2 ersten Hauptscheidewänden parallele Wände zu Stande kommen. Ausserdem sollen nach ihm von den 4, durch die Hauptwände gesonderten Theilen der oberen Hälfte des Embryo zu Cotyledonen nur die 2 gegenüberliegenden heranwachsen, während nach Hanstein jeder Cotyledon je zwei von ihnen aufsitzt, da seiner Angabe nach, die erste axile Scheidewand den Embryo in zwei Hälften spaltet, zu deren jeder ein Cotyledon gehört.

In meiner, in der Botanischen Zeitung im Jahre 1876, p. 540 publicirten Notiz, hatte ich angegeben, dass, 1) in ganz jungen, sich erst heranbildenden Cotyledonen, in denen Hanstein nur ein ganz gleichmässiges Urgewebe zu sehen glaubte, schon die drei Initialschichten ebenso deutlich wie im axilen Theile unterschieden werden können und dass 2) das Mark, welches sich erst später bildet, durch ausschliessliche Theilung der unter dem Dermatogen liegenden Zellschicht gebildet werde.

Diese beiden Angaben kann ich auch jetzt vollkommen bestätigen. Dagegen hat sich meine Deutung der drei Initialgewebe als Ausstülpungen der entsprechenden Schichten des axilen Theiles nicht bestätigt. Die von mir in diesen zwei letzten Jahren erhaltenen Resultate über die Differenzirung der Gewebe im cotylischen Theile lassen sich folgendermassen zusammenfassen: Zur Zeit wo der Embryo sich in seinem oberen Theile abflacht, wird der cotylische Theil aus zwei von einander scharf gesonderten Gewebeschichten zusammengesetzt (fig. 24 und 25): dem Dermatogen und einer darunter liegenden Schicht von Zellen, welche, ihrem morphologischen Werthe nach, den vier Binnenzellen der hypocotylen Hälfte, vor deren Sonderung in Periblem und Plerom, entsprechen. Die in den beiden Schichten des hypocotylen Theiles stattfindenden Theilungen werden in der ersten Zeit durch verticale meistens den zwei ersten Hauptwänden parallele Scheidewände zu Stande gebracht. Erst nachdem in einer jeden der beiden Schichten die Zellen sich auf diese Weise vervielfältigt haben, erscheinen in der inneren, von dem Dermatogen bedeckten Schicht, horizontale, dem äussern Umrisse des Scheitels parallele Theilungen (fig. 28). Ob alle Zellen dieser Schicht, oder nur gewisse Gruppen oder Zonen von Zellen diese Theilungen gleichzeitig eingehen, konnte ich nicht entscheiden. In manchen Fällen schien eine Gruppe von Zellen zwischen den Cotyledonen von den übrigen zu differiren (S. fig. 28*k*). In den allmählig sich emporhebenden beiden Cotyledonen, die bis jetzt in einer, zur Axe des Embryo senkrechten Ebene sich hauptsächlich gestreckt haben, wird diese Theilung besonders klar sichtbar (fig. 28*l*), mittelst welcher sich die unter dem Dermatogen liegende Schicht in Periblem- und Plerom-zellen spaltet. An weiter entwickelten Cotyledonen ist ausserdem noch, an denjenigen Stel-

len wo Gefässbündel sich bilden, in dem Plerom eine Spaltung in Holz und Basttheil leicht zu beobachten.

In der fig. 26 ist in dem rechten schon ziemlich ausgewachsenen Cotyledon in dessen oberen Theile (*q*) das Plerom noch einreihig, nahe aber an seinem Grunde (*r*) schon in Holz- und Bast-Initialen gesondert. Die Sonderung der Zellen der oberen Hälfte des Embryo der Capsella in die Initialschichten kommt also nach meinen Untersuchungen in einem viel früheren Stadium zu Stande als es von Hanstein angegeben ist und die Grenzen der einmal sich differenzirten Initialschichichten werden auch in diesem Theile des Embryo bis zu Ende seiner Entwickelung überall deutlich sichtbar. Zur Zeit der Reife des Keimes werden zwischen den Cotyledonen zwei einander gegenüber gestellte zum folgenden Blattpaare gehörenden Blätter, deren Mediane rechtwinklig zu der der Cotyledonen gestellt ist, angelegt.

In diesem Zustande verharrt der Keimling bis zur Keimung, während welcher noch mehrere Blätter auf dem flachen Scheitel in centripetaler Richtung gebildet werden und die bekannte Blättersatte an der Stengelbasis der *Capsella* bilden.

Trotz vieler Mühe ist es mir nicht gelungen, tiefer in die Differenzirung der Gewebe des cotylischen Theiles einzudringen. Es wird diese Untersuchung noch dadurch in hohem Grade erschwert, dass die Hervorwölbungen, welche zu Cotyledonen heranwachsen, aller Wahrscheinlichkeit nach in keinem direkten Zusammenhange mit den, durch die ersten Medianlängswände gesonderten Theilen des Embryo stehen. In einigen Fällen habe ich die Cotyledonen die von Hanstein angegebene Lage einnehmen sehen, in anderen die von Westermeier abgebildete, in mehreren Fällen aber eine zwischen die von beiden Forschern angegebenenen die Mitte haltende Lage, indem jeder der Cotyledonen dem grösseren Theile nach aus dem einen Viertheil, dem kleineren aber aus dem nächsten hervorzuwachsen schien (s. fig. 29*b*, wo der Umriss der Cotyledonen durch punktirte Linien angedeutet ist).

Zum Schlusse möchte ich noch mit ein Paar Worten meiner Beobachtungen gedenken, welche die Zelltheilungen in dem Vorkeime der *Capsella* zum Gegenstande hatten. Diese Beobachtungen haben auch insoweit ein embryologisches Interesse, als durch sie der Gegensatz des Vorkeims und der zum Keime sich entwickelnden Endzelle bei *Capsella* sehr deutlich ausgesprochen erscheint. Wenn man die beigegebenen Zeichnungen (fig. 19*a*, *b*, *c*, *d*, *e*, *f*), welche alle bei derselben Vergrösserung gemacht worden sind, vergleicht, so wird man sogleich gewahr, dass nach der Abschnürung durch eine Querwand der kleinen zum Embryo sich späterhin heranbildenden Zelle die folgenden Querwände im Vorkeime in basipetaler Richtung nach einander gebildet werden, so dass die grosse Zelle, obwohl im Anfang zunehmend, im Verhältniss zu dem fadenförmigen durch Querwände getheilten cylindrischen Theile immer kleiner wird. Nach der Bildung von 2, 3 bis 4 Zellen in basipetaler Richtung, oder auch schon während der Anlegung letzterer können in diesen Zellen neue Querwände gebildet werden; die Aufeinanderfolge letzterer ist, so weit meine Beobachtungen reichen, auch einem gewissen Gesetze unterworfen: die erste von ihnen wird in der

der Keimzelle angrenzenden Zelle angelegt, die zweite in der der ersten anliegenden zweiten Zelle des Vorkeims u. s. w., das heisst der Reihenfolge gemäss, in welcher die Zellen des Vorkeims nach einander angelegt worden.

Die hauptsächlichsten der erhaltenen Resultate lassen sich kurz folgendermassen zusammenfassen:

1) In den beiden von mir untersuchten Keimen der *Alisma* und *Capsella*, zweier Pflanzen, deren jede als Repräsentant einer der Abtheilungen der Phomerogamen angesehen werden kann, sind in Hinsicht der 2 Hauptfragen, der Selbstständigkeit der Initialschichten und deren Heranbildung ganz gleiche Resultate erhalten worden. Es hat sich nun herausgestellt, dass bei beiden Pflanzenkeimen eine strenge Gesetzmässigkeit in der Anlegung der drei Initialschichten zu beobachten ist und dass die einmal gesonderten Schichten während der ganzen Periode der Entwickelung des Embryo ganz scharf von einander getrennt bleiben und, soweit wenigstens meine Beobachtungen reichen, niemals in einander übergehen. Die Variationen in der Reihenfolge der Scheidewände, welche der Sonderung der Zellen in den drei Initialschichten vorangehen und dasselbe hervorbringen und besonders deutlich bei *Alisma* auftreten, obwohl auch, wenn auch selten, von Westermeier an *Capsella* beobachtet worden, sind höchst beachtenswerth. Es lassen sich, wie ich oben gezeigt habe, zwei verschiedene Weisen in der Heranbildung dieser Scheidewände bei *Alisma* beobachten. Durch Schalentheilung wird nur das Dermatogen abgeschieden, wie es schon Westermeier und Kny angegeben haben. Auf das endgültige Resultat erwiesen sich aber diese Variationen als einflusslos, denn möge die Reihenfolge dieser Wände sein welche sie wolle, immer würde die erste Sonderung der Initialschichten in der Art zu Stande gebracht, dass in einem optischen Querschnitte des Embryo ein jeder der ihn constituirenden Quadranten aus einer inneren Pleromzelle, 2 Periblem- und 2 Dermatogenzellen zusammengesetzt erschien.

2) Das zweite bemerkenswerthe und ebenfalls sowohl für *Alisma* als für *Capsella* gültige Resultat besteht darin, dass die Cotyledonen der beiden Pflanzen, an deren blattartiger Natur wohl Niemand zweifelt, nicht, wie man es für die übrigen blattartigen Organe annimmt, als Auswüchse des Dermatogens und des Periblems des axilen Theiles angesehen werden können. Die Zellen, welche den drei sie zusammensetzenden Initialschichten den Ursprung geben, sind denen des axilen Theiles vollkommen gleichwerthig. Es ist dieses besonders deutlich bei *Alisma* ausgesprochen, wo der Cotyledon den Scheitel der Axe einnimmt und als deren Fortsetzung erscheint. Sowohl die, die drei Initialschichten vorbereitenden Theilungen als auch diejenigen, welche später in diesen Schichten zu Stande kommen, sind in den beiden Theilen des Embryo vollkommen gleichartig und einander entsprechend. Mit nicht minderem Grunde lässt sich dasselbe für die Cotyledonen der *Capsella* behaupten, bei denen ich jetzt, im Gegensatz zu der früher von mir ausgesprochenen Ansicht, die Anlegung der beiden inneren Initialschichten nicht durch Ausstülpung der im axilen Theile schon angelegten und differenzirten Schichten, sondern durch Theilung, mittelst der Ober-

fläche parallelen Wänden derjenigen Zellenschicht annehme, welche in der oberen Hälfte des Embryo unter dem Dermatogen liegt und dem morphologischen Werthe nach den 4 Binnenzellen der unteren Hälfte des Embryo vor deren Spaltung in Periblem und Plerom, entspricht. Es können also auch bei *Capsella* die Cotyledonen nicht als Auswüchse der zwei äusseren Initialschichten der Axe betrachtet werden. Dieses letzte Resultat will ich gegenwärtig nur für die von mir untersuchten Cotyledonen der beiden oben erwähnten Pflanzen als bewiesen behaupten.

Ausser diesen Hauptresultaten, welche auf beide Pflanzen sich beziehen, lassen sich noch folgende als sicher gestellt betrachten:

3) Die ersten Theilungswände der *Alisma* sind Querwände, welche in streng basipetaler Richtung nach einander gebildet werden. Durch die drei ersten wurden die drei Haupttheile des künftigen Embryo: der Cotyledon, der mittlere Theil und die Wurzel angelegt, welche während der ganzen Entwickelung des Embryo streng gesondert verbleiben. Die oberste der Zellen wird zum Cotyledon, die zweite zum mittleren Theile, an dem die Stengelknospe gebildet wird, die dritte zur Wurzel; von den übrigen darauf folgenden Querwänden wird die Hypophyse und ein Theil des Vorkeims angelegt.

4) Der Entstehungsort hat sich mit grösserer Präzision als es den früheren Beobachtern gelungen war, bestimmen lassen durch das Auffinden zweier Dermatogenzellen, im mittleren Theile des Embryo, welche sowohl der Form nach, als auch nach den in ihnen stattfindenden Theilungen von den übrigen oberflächlichen Zellen dieses Gürtels leicht unterschieden werden können.

5) Für *Capsella* sind endlich die Differenzirung der Gewebe in den heranwachsenden Cotyledonen in den frühesten Stadien ihrer Entwickelung, ebenso wie auch die Zelltheilungen im Vorkeime als neue zu bezeichnen.

Erklärung der Tafeln.

Taf. I. Alisma plantago.

Fig. 1. ($^1/_{450}$). Vorkeim und Keim aus drei Zellen bestehend. Die Zelle *l* gehört dem Keime, aus ihr wird der Cotyledon gebildet; die Zelle *q* dem Vorkeime. Die mittlere Zelle *r* geht mit der Zeit theilweise in den Keim, theilweise in den Vorkeim über.

Fig. 2. ($^1/_{450}$). Dieselben drei Zellen, wie in der vorigen Figur. In der mittleren Zelle *r* ist eine Ansammlung von Protoplasma an dem, der Keimzelle *l* angrenzenden Ende zu sehen.

Fig. 3. ($^1/_{450}$). In der Zelle *r* ist durch eine Querwand eine Quertheilung zu Stande gekommen, durch

welche aus der Zelle *r* eine kleine Zelle *m* sich abgeschieden hat. Aus dieser Zelle *m* wird der mittlere Theil des Embryo gebildet. In dem der Zelle *m* angrenzenden Theile ist in der grösseren Zelle eine Plasmaansammlung wieder zu sehen. — Die Zelle *l* geht eine longitudinale Theilung ein, was durch die 2 in ihr sichtbaren Kerne angedeutet wird.

Fig. 4. ($^1/_{450}$). Aus der mittleren Zelle *r* sind durch 3 successive in basipetaler Richtung stattgefundenen Quertheilungen 4 Zellen *m*, *n*, *o*, *p* entstanden. — Die Zelle *n* wird zur Wurzel des Embryo aus den Zellen *o*, *p* wird die Hypophyse und ein Theil des Vorkeims gebildet.

Fig. 5. ($^1/_{450}$). Weiter entwickelter Embryo. In der Zelle *l* sind 2 Längswände und darauf in jeder der vier Zellen eine Querwand entstanden. Die Zelle *m* geht eine Längstheilung ein. In der Zelle *p* ist eine Plasma-Ansammlung an ihrem oberen Ende zu sehen.

Fig. 6. *a* und *b*. ($^1/_{450}$). Ein Embryo mit Vorkeim *a* nach dem Auslaugen des Kali in Wasser; derselbe nach Zusatz der Essigsäure zum Wasser; sein Volumen hat sich in der Essigsäure ungefähr um das Vierfache vergrössert.

Fig. 7 *a*, *b*, *c*, *d*, *e*, *f*). ($^1/_{450}$). *a* optischer Längsschnitt; mit *l* ist der Theil des Embryo bezeichnet, welcher aus der Zelle *l* der vorigen Figuren entstanden ist. — Mit entsprechenden Buchstaben sind auch die anderen Theile des Embryo und des Vorkeimes bezeichnet. — *b*, *c*, *d*, *e* sind optische Querschnitte von demselben Embyo entnommen, indem der letztere vertical gestellt wurde; *b* stellt die Theilungen in der oberen, von den zwei Etagen der Zellen, welche aus der Zelle *l* entstanden sind; *c* diejenigen der zweiten Etage der Theilungsprodukte von *l*; alle diese Zellen entsprechen dem Kotyledon des Embryo; in *d* ist der optsiche Querschnitt des mittleren Theiles des Embryo, welcher aus der Zelle *m* entstanden ist, angegeben; in *d* der Querschnitt des Wurzeltheiles des Embryo. In *c* und *d* ist das Dermatogen als gesonderte Schicht zu sehen; ausserdem sind die Binnenzellen in Theilung begriffen. In *b* sind die Wände, welche Dermatogen abgesondert haben, wegen ihrer stark geneigten Lage nicht sichtbar. Mit γ sind die schief verlaufenden radialen Wände bezeichnet, in *e* habe ich sie wahrscheinlich übersehen, denn in der Fig. 7*a* sind diese Wände in dem dem Querschnitte *e* entsprechendem Theile (*n*), deutlich zu sehen. — *f* stellt den Querschnitt des der Hypophyse entsprechenden Theiles dar.

Fig. 8 (*a*, *b*, *c*, *d*, *e*, *f*,). ($^1/_{450}$). Ein etwas weniger als der vorige entwickelter Embryo. Bezeichnung der vorigen Figur entsprechend. Die 5 optischen Querschnitte (*b*, *c*, *d*, *e*, *f*) sind in der Reihenfolge von oben nach unten nach einander abgezeichnet. In *c* ist in allen vier Quadranten des Querschnittes zu je einer das Dermatogen absondernden Wand gebildet worden, — in *d* sind in den beiden Quadranten α eben solche Wände gebildet; in den anderen beiden dagegen schief radialverlaufende Wände γ. In *e* bestehen die Quadranten aus je einer Zelle, — in *f* ist nur eine Längswand gebildet.

Fig. 9*a* und *b* ($^1/_{450}$) stellen optische Querschnitte: *a* durch das Cotyledon, *b* durch den mittleren Theil des Embryo dar. In *a* ist schon die Scheidung der Dermatogen, Periblem und Plerom-Initialzellen zu Ende gebracht, in *b* dagegen nur in zwei der 4 Quadranten.

Fig. 10*a* und *b* ($^1/_{450}$) der vorigen Figur entsprechende Querschnitte eines etwas jüngeren Embryo. *a* Querschnitt durch das Cotyledon, *b* durch den mittleren Theil des Embyo; in einem der Quadranten ist die Theilung bis jetzt unterblieben.

Fig. 11*a* und *b* ($^1/_{450}$). Optische Querschnitte durch einen weiter fortgeschrittenen Keim. *a* Querschnitt des Cotyledon; alle vier Quadranten sind gleichmässig entwickelt; in einem jeden ist das Periblem schon zweischichtig geworden. *b* Querschnitt durch den mittleren Theil des Embryo; zwei Quadranten der rechten Seite des Querschnittes sind schwächer entwickelt; an dieser Seite wird der Ort der Knospe durch eine leise Einbuchtung am Embryo sichtbar. Das Peablem ist in ihnen noch einschichtig; ebenso sind die dem Plerom entsprechenden Zellen schwächer entwickelt.

Fig. 12*a*, *b*, *c*. ($^1/_{450}$). Drei optische Querschnitte; in *a* dem Querschnitt durch das Cotyledon und in *c* dem der Wurzel sind alle vier Quadranten gleich gross. In *b* dem Querschnitte durch den mittleren Theil des Embryo, ist die eine Hälfte schwächer angelegt, und in der letzteren der links liegende Quadrant weniger entwickelt als der rechte.

Taf. II. Alisma plantago.

Fig. 13*a* und *b*. ($^1/_{450}$). Ein weiter entwickelter Embryo von der Oberfläche gesehen. Mit den Buchstaben *l*, *m*, *n*, *o*, *p* sind die Theile des Embryo bezeichnet, welche aus den mit den entsprechen-Buchstaben belegten Zellen der Fig. 4 und Fig. 5 der Tafel I entstanden sind. In dem mit *m* bezeichneten mittleren Theile des Embryo, dessen Dermatogen-Zellen abgebildet sind, sieht man zwei Zellen α und β, die von den übrigen Zellen des Gürtels sowohl durch grössere Breite als durch reichere Quertheilung sich auszeichnen.

Fig. 13*c* stellt die Form einer der breiten Zellen des Gürtels, als auch ihre allmählig gegen die Axe des Embryo abnehmende Breite dar.

Fig. 14*a* und *b*, ($^1/_{450}$) zwei optische Längsschnitte durch einen Embryo, die von einander um 90° abstehen. In *b* sind Dermatogen, Periblem und Plerom scharf von einander, der ganzen Länge des Embryo nach, geschieden. Nur in der rechten Hälfte des mittleren Theiles, wo die Stengelknospe gebildet wird, war mir die Sonderung der Gewebe nicht klar, nämlich war die die Binnenzelle in Plerom und Periblem theilende Wand nicht mit gewünschter Klarheit zu sehen und daher ist sie mit punktirter Linie (*z*) nur angedeutet.

Fig. 15*a* ($^1/_{150}$) und *b*. ($^1/_{540}$). In beiden Figuren ist die Bezeichnung gleich der der vorigen Figuren. *a* Embryo wenig vergrössert um seine Form, die seitliche Einbuchtung und auch die schwachen Grenzen zwischen den drei Theilen des Embryo klar hervorzuheben. — In *b* ist der untere, mittlere als auch die Basis des oberen Theiles abgebildet. Die Grenzen zwischen ihnen sind in diesem, getreu nach der Natur Zelle für Zelle abgezeichneten optischen Längsschnitte überaus scharf gekennzeichnet. Nicht minder klar sind auf der ganzen Ausdehnung des Embryo nach das Dermatogen, Periblem und Plerom zu unterscheiden.

Fig. 16 ($^1/_{450}$) stellt die Umrisse des mittleren Theiles des Embryo und die zwei breiten Zellen, welche an der Stelle der späterhin sich bildenden Knospe sich vorfinden, dar.

Fig. 17. Ein Theil eines optischen Längsschnittes an der Stelle der seitlichen Einbuchtung des Embryo; mit *l* ist der Kotyledon, mit *m* der mittlere Theil des Embryo, mit *n* die Wurzel bezeichnet. Die Zellen des Kotyledon bilden die Ueberwölbung. Die Knospe wird aus dem mittleren Theile des Embryo gebildet, und wie aus der Zeichnung zu ersehen ist, durch das Auswachsen der Zellen der unteren Hälfte des Gürtels; ob die diesen letzteren entsprechenden Zellen der oberen Hälfte des Gürtels vielleicht auch späterhin zur Knospenbildung beitragen, kann ich nicht angeben.

Fig. 18*a*, *b*, *c*. ($^1/_{450}$). Querschnitte aus dem fast ausgebildeten Embryo. *a* Querschnitt der Wurzel; das Periblem ist noch in Entwickelung und Theilung an seiner inneren Grenze begriffen. Das Plerom schon fertig gebildet, aber wenigzellig, wie in den übrigen Theilen des Embryo. — *b* stellt einen Querschnitt aus dem mittleren Theile nahe der Basis des Kotyledon, — *c* einen Querschnitt unweit des Gipfels des Kotyledon dar. In allen drei Querschnitten sind das Dermatogen, Periblem und Plerom scharf geschieden.

Taf. III. Capsella bursa pastoris.

Fig. 19*a*, *b*, *c*, *d*, *e*, *f*, stellt die Reihenfolge in der Bildung der Querwände im Vorkeime dar. *a* ist die befruchtete noch nicht getheilte Eizelle. In *b* ist durch die erste Querwand der Embryo vom Vorkeime geschieden, in *f* hat sich die Zelle des Keimes durch eine Längswand in zwei Zellen getheilt.

Fig. 20*a*, *b*, *c*. ($^1/_{450}$). Drei optische Querschnitte eines vertikal gestellten Keimes. *a* Querschnitt der oberen Hälfte; *b* der unteren; man sieht hier das Dermatogen schon abgeschieden und in den Binnenzellen zu je einer Scheidewand aufgetre- optischer Querschnitt um die gegenseitige Lage der Hauptlängswände in der oberen und unteren Hälfte anzudeuten.

Fig. 21. ($^1/_{575}$). Optischer Längsschnitt eines Embryo, der aus nur 8 Zellen besteht.

Fig. 22. ($^1/_{575}$). Embryo und Vorkeim weiter entwickelt.

Fig. 23*a*, *b*. *c*. Optische Querschnitte eines vertical gestellten Embryo. *a* in der Höhe der oberen Epidermis; *b* der darunter liegenden Schicht, der Binnenzellen der oberen Hälfte des Embryo; *c* optischer Querschnitt durch die untere Hälfte des Embryo. Alle vier Quadranten des Querschnittes sind gleichmässig entwickelt; in einem jeden von ihnen ist die Sonderung des Dermatogen, Periblem und Plerom zu Stande gekommen.

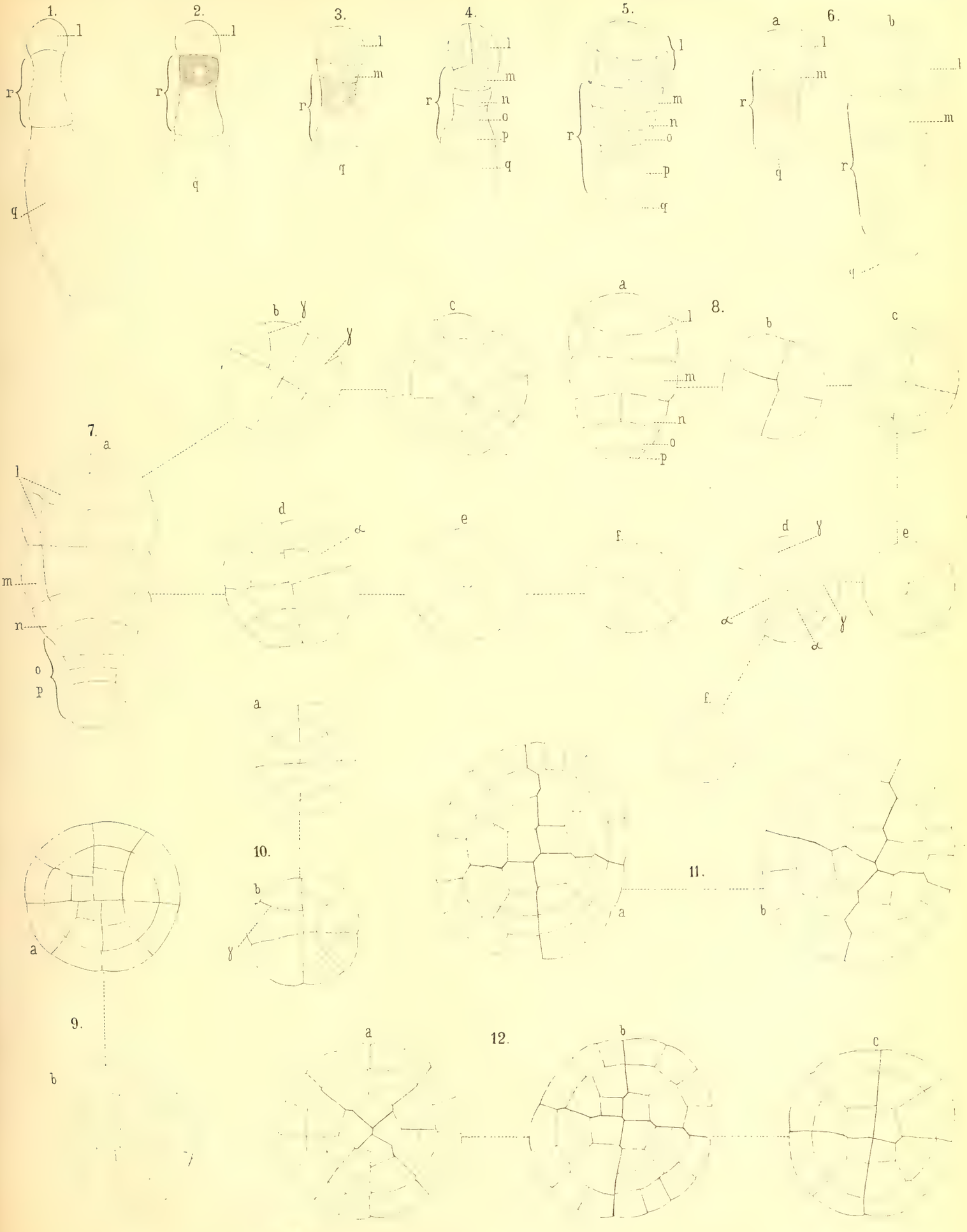
Fig. 24 ($^1/_{575}$) und 25 ($^1/_{575}$) optische Längsschnitte zweier etwas weiter entwickelten Keime. Die Querwände nach den Linien *nn* entsprechen der Grenze zwischen der oberen und unteren Hälfte des Embryo.

Fig. 26*a*, *b*, *c*, *d*. ($^1/_{575}$). Optische Querschnitte eines vertical gestellten, der Entwickelung nach ungefähr dem der Fig. 25 entsprechenden Embryo. *a*, die obere Epidermis; *b*, optischer Querschnitt der darunter liegenden Schicht der Binnenzellen der oberen Hälfte des Embryo; *c* und *d* optische Querschnitte der 2 Etagen von Zellen der unteren Hälfte des Embryo.

Fig. 27. ($^1/_{600}$). Optischer Längsschnitt eines Embryo, dessen Cotyledonen eben erst anfangen sich emporzuwölben. Die Sonderung der Binnenzellen der oberen Hälfte in Periblem und Plerom hat schon begonnen (*g*).

Fig. 28*a*, *b*, *c*, *d*. Optische Querschnitte eines Embryo mit eben sich hervorwölbenden Cotyledonen. *a* obere Epidermis; durch punktirte Linien sind die Umrisse der Kotyledonen bezeichnet; ein jedes von ihnen sitzt zwei en der Quadranten des Schnittes auf. Dabei fällt die Mediane der Cotyledonen mit keiner der zwei Hauptscheidewände des Embryo zusammen. *b* optischer Que rschnitt der Schicht der Binnen zellen der oberen Hälfte; *c* und *d* die der unteren; *c* höher, *d* etwas tiefer genommen. — Die Sonderung der Dermatogen, Periblem und Plerom sind in der unteren Hälfte des Embryo ausserordentlich deutlich sichtbar.

Fig. 29. ($^1/_{560}$). Optischer Längsschnitt eines Embryo, dessen Cotyledonen sich zu blattartigen Organen schon herangebildet haben; in ihnen beiden ist die Sonderung von Dermatogen, Periblem und Plerom überall zu Stande gekommen. In dem rechten Cotyledon ist die Pleromschicht gegen die Spitze zu noch einreihig, gegen die Basis schon zweischichtig und in Initialzellen des Holzes und Bastes gespalten.

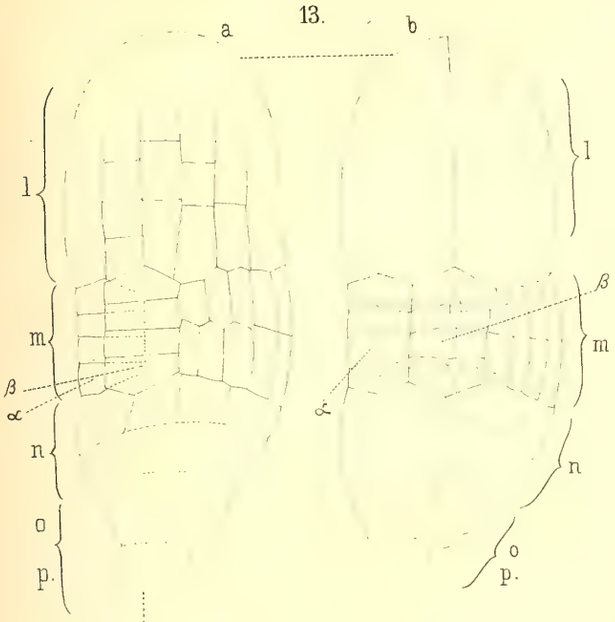


Nacn. d. Nat. gez. v. Famintzin

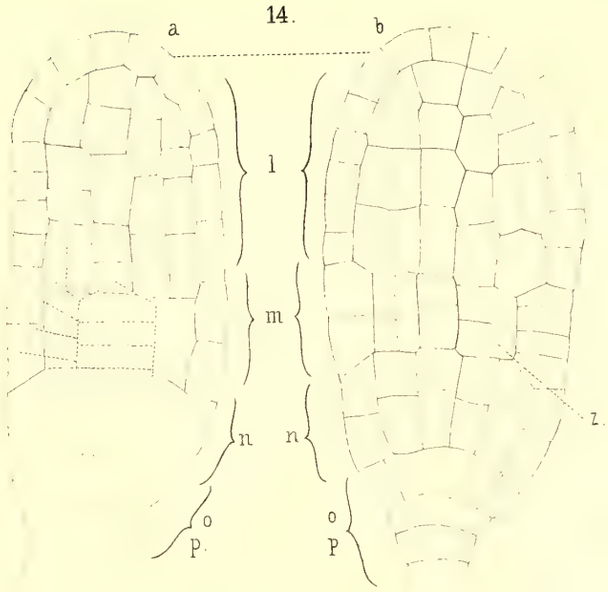
Alisma plantago.

Litographie V. Ivanson St. Petersburg

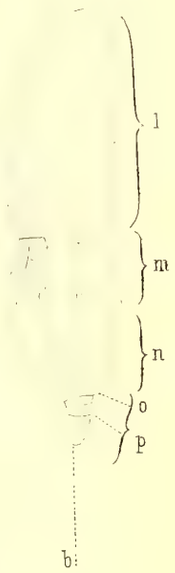
13.

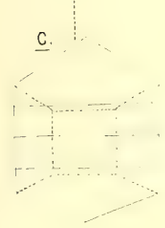


14.

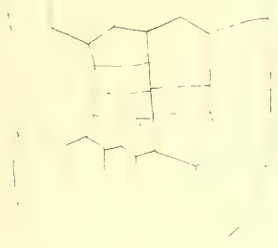


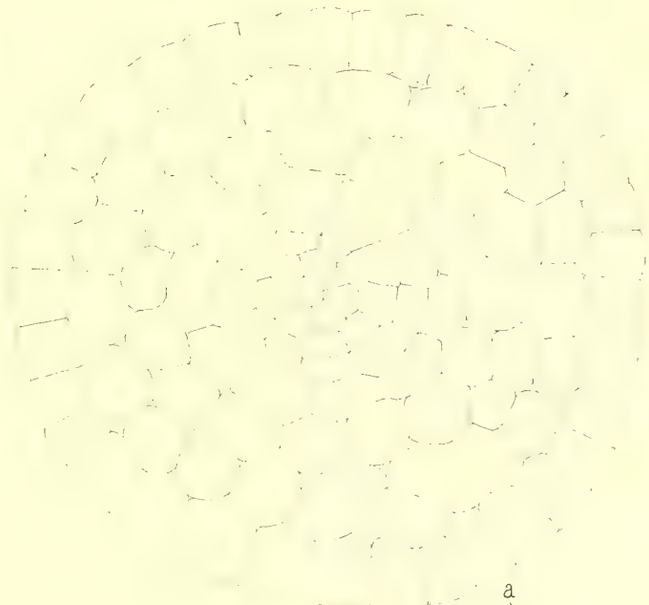
15. a,

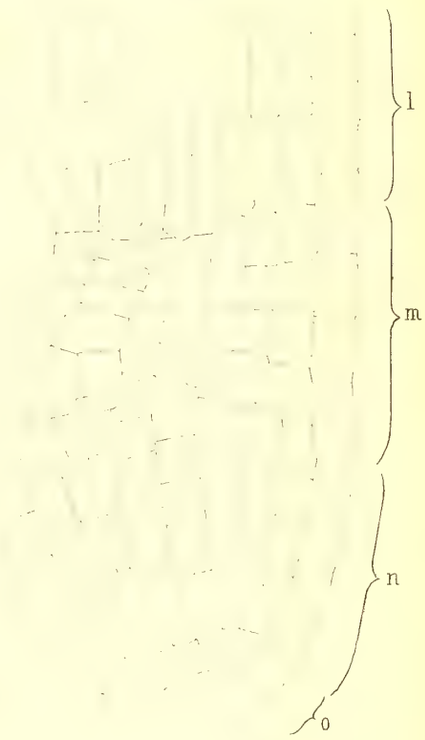


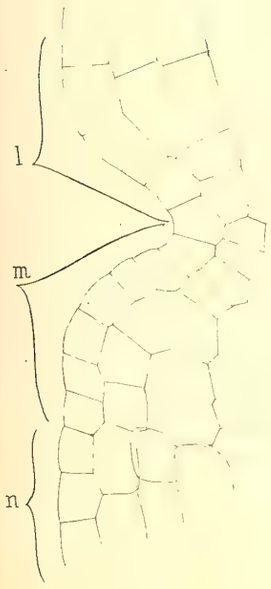


16.

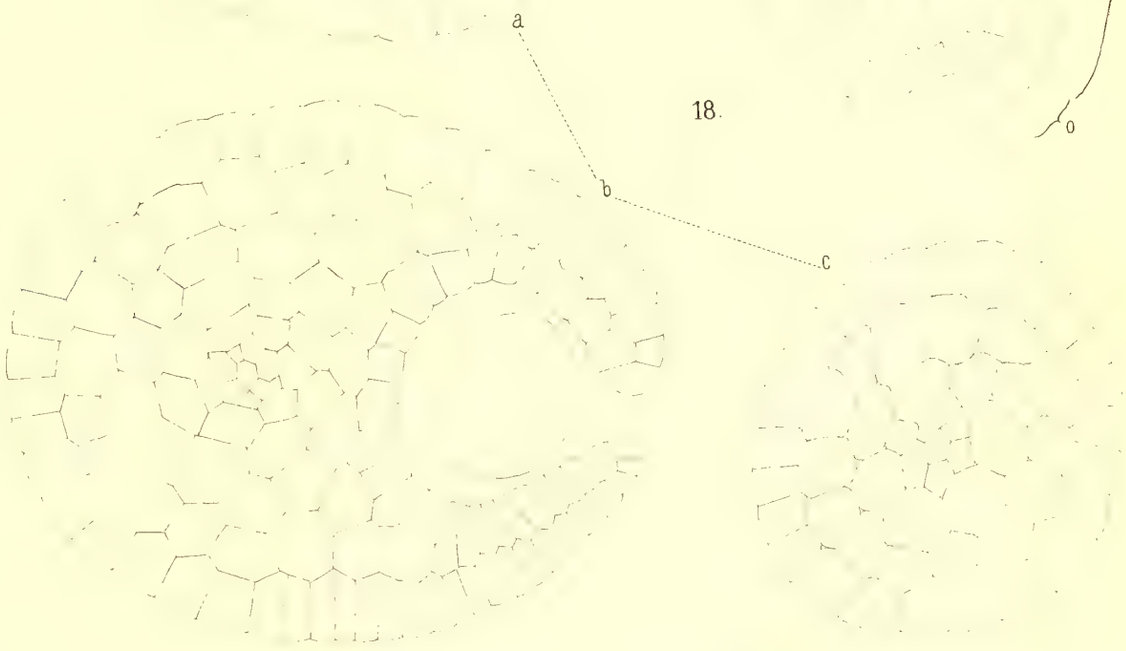








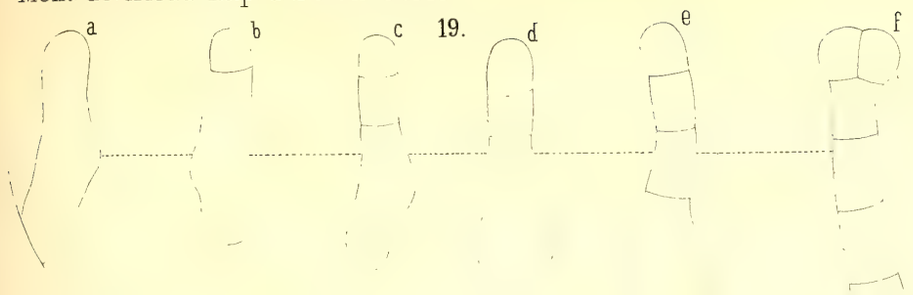
18.

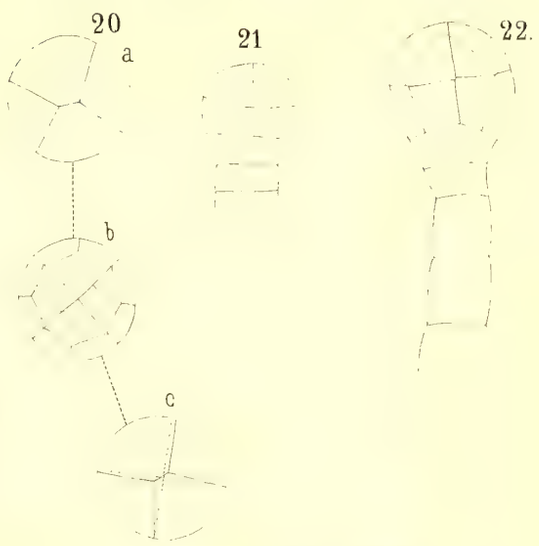


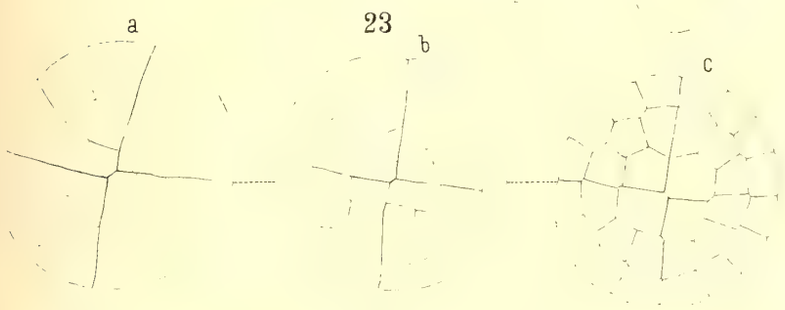
Nach d. Nat. ger. v. Famintzin.

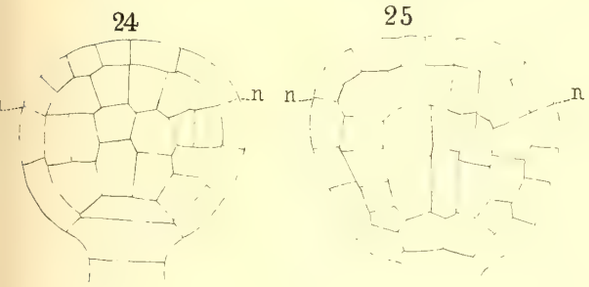
Alisma plantago.

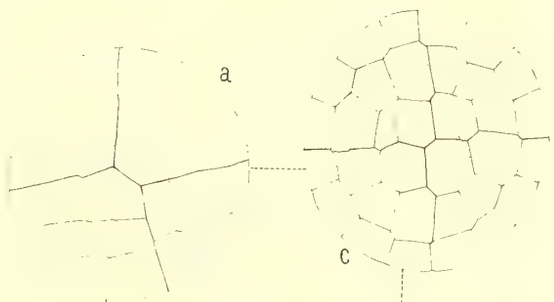
Lithographie v. Ivanson, St. Petersburg.

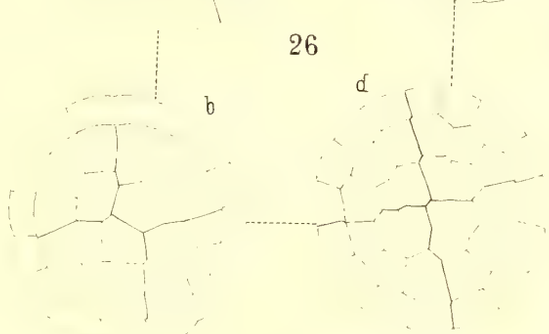


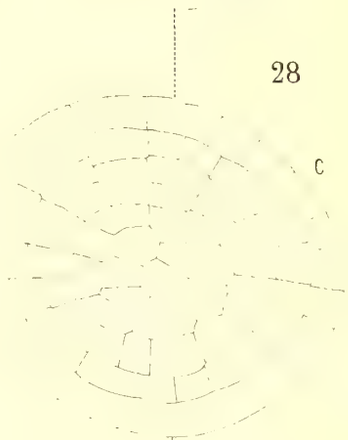


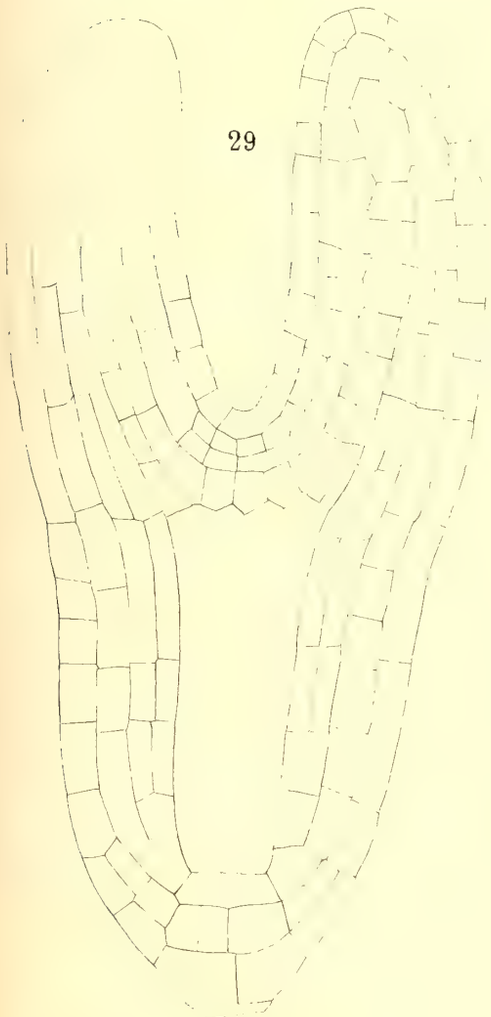


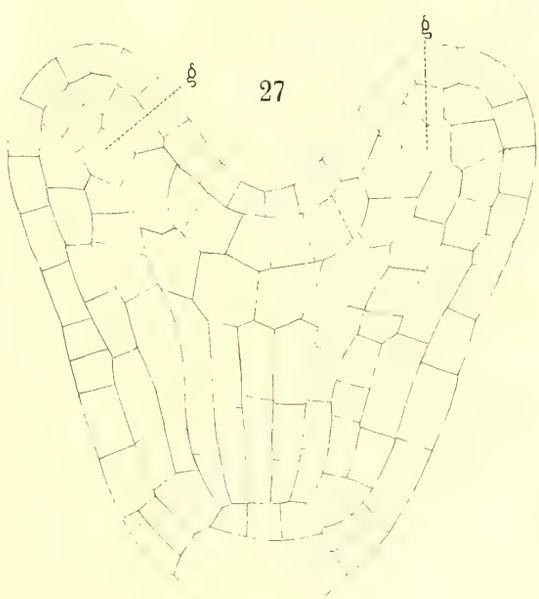


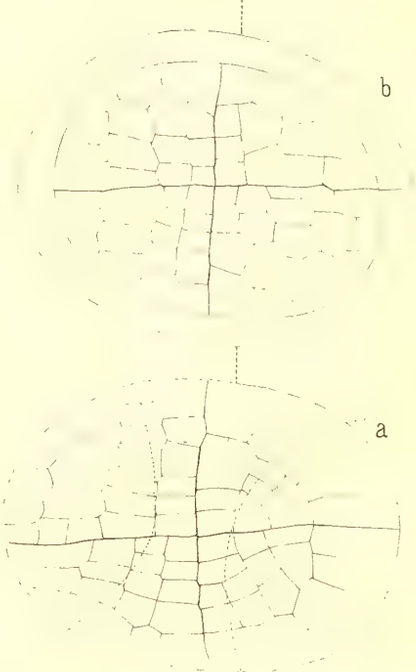












Capsella bursa pastoris.

BEKANNTMACHUNG

der Kaiserlichen Akademie der Wissenschaften.

Als im Jahre 1847, bald nach Rückkehr des Herrn Dr. A. Th. von Middendorff von seiner sibirischen Reise, seitens der Akademie der Wissenschaften die Herausgabe seiner Reisebeschreibung in deutscher Sprache begann, wurde, einfacherer Berechnung wegen, für jeden Band derselben, ohne Rücksicht auf seinen Umfang und die Zahl der in ihm enthaltenen Tafeln, einförmig der Preis von 5 Rub. 40 Kop. (6 Thlr.) bestimmt. Gegenwärtig kann das Werk, ungeachtet einer Lücke im zweiten Bande, als vollendet betrachtet werden, und zwar enthält dasselbe 16 Lieferungen, die zu 4 Bänden zusammengestellt sind. Da jedoch der Inhalt des Werkes ein sehr mannigfaltiger und fast jede der Lieferungen einer besonderen Specialität gewidmet ist, so hat die Akademie, um die verschiedenen Theile des Werkes den betreffenden Fachgelehrten zugänglicher zu machen, die Bestimmung getroffen, dass von nun an wie die Bände so auch die Lieferungen einzeln im Buchhandel zu haben sein sollen, und zwar zu den folgenden, nach Umfang und Zahl der Tafeln normirten Preisen.

Dr. A. Th. v. Middendorff's Reise in den äussersten Norden und Osten Sibiriens während der Jahre 1843 und 1844 mit Allerhöchster Genehmigung auf Veranstaltung der Kaiserlichen Akademie der Wissenschaften zu St. Petersburg ausgeführt und in Verbindung mit vielen Gelehrten herausgegeben. 4 B^{de} in 4^{0} (1847 — 1875).

	Silber.		Reichsm.	
	Rbl.	K.	Mrk.	Pf.
Bd. I. Th. I. Einleitung. Meteorologische, geothermische, magnetische und geognostische Beobachtungen. Fossile Hölzer, Mollusken und Fische. Bearbeitet von K. E. von Baer, H. R. Göppert, Gr. von Helmersen, Al. Graf. Keyserling, E. Lentz, A. Th. v. Middendorff, W. v. Middendorff, Johannes Müller, Ch. Peters. Mit 15 lith. Tafeln. 1848. LVI u. 274 S.	3	45	11	50
Bd. I. Th. II. Botanik. **Lf. 1.** Phaenogame Pflanzen aus dem Hochnorden. Bearbeitet von E. R. v. Trautvetter. 1847. Mit 8 lithogr. Tafeln. IX u. 190 S.	2	25	7	50
Lf. 2. Tange des Ochotskischen Meeres. Bearb. von F. J. Ruprecht. 1851. Mit 10 chromolithogr. Tafeln. (Tab. 9 — 18.) S. 193 — 435	3	95	13	20
Lf. 3. Florula Ochotensis phaenogama. Bearbeitet von E. R. v. Trautvetter und C. A. Meyer. Musci Taimyrenses, Boganidenses et Ochotenses nec non Fungi Boganidenses et Ochotenses in expeditione Sibirica annis 1843 et 1844 collecti, a fratribus E. G. et G. G. Borszczow disquisiti. Mit 14 lithogr. Tafeln. (19—31.) 1856. 148 S.	2	45	8	20
Bd. II. Zoologie. **Th. I.** Wirbellose Thiere: Annulaten. Echinodermen. Insecten. Krebse. Mollusken. Parasiten. Bearbeitet von E. Brandt, W. F. Erichson, Seb. Fischer, E. Grube. E. Ménétriès, A. Th. v. Middendorff. Mit 32 lith. Tafeln. 1851. 516 S. (Beinahe vergriffen.)	7	35	24	50
Th. II. Lf. 1. Wirbelthiere. Säugethiere, Vögel und Amphibien. Bearb. von Middendorff Mit 26 lithogr. Tafeln. 1853. 256 S. (Vergriffen.)	6	35	21	20
Bd. III. Ueber die Sprache der Jakuten. Von Otto Böhtlingk. **Th. I. Lf. 1.** Jakutischer Text mit deutscher Uebersetzung. 1851. 96 S.	—	80	2	70
Lf. 2. Einleitung. Jakutische Grammatik. 1851. S. LIV u. 97—397	2	30	7	70
Th. II. Jakutisch-deutsches Wörterbuch. 1851. 184 S.	1	40	4	70
Bd. IV. Sibirien in geographischer, naturhistorischer und ethnographischer Beziehung. Bearbeitet von A. v. Middendorff. **Th. I.** Uebersicht der Natur Nord- und Ost-Sibiriens. **Lf. 1.** Einleitung. Geographie und Hydrographie. Nebst Tafel II bis XVIII des Karten-Atlasses. 1859. 200 S. und 17 Tafeln des Atlasses	3	15	10	50
Lf. 2. Orographie und Geognosie. 1860. S. 201—332. (Vergriffen.)	1	10	3	70
Lf. 3. Klima. 1861. S. 333—523 u. XXV	1	70	5	70
Lf. 4. Die Gewächse Sibiriens. 1864. S. 525—783 u. LVI	2	45	8	20
Th. II. Uebersicht der Natur Nord- und Ost-Sibiriens. **Lf. 1.** Thierwelt Sibiriens. 1867. S. 785—1094 u. XIII	2	50	8	30
Lf. 2. Thierwelt Sibiriens (Schluss). 1874. S. 1095—1394	2	30	7	70
Lf. 3. Die Eingeborenen Sibiriens (Schluss des ganzen Werkes). 1875. S. 1395—1615. Mit 16 lith. Tafeln	3	25	10	80

MÉMOIRES
DE
L'ACADÉMIE IMPÉRIALE DES SCIENCES DE ST.-PÉTERSBOURG, VII^E SÉRIE.
TOME XXVI, N° 11.

UEBER

DIE RINDE DES GROSSHIRNS

BEIM

DELPHIN UND EINIGEN ANDEREN WIRBELTHIEREN

NEBST EINIGEN BEMERKUNGEN

UEBER DIE STRUCTUR DES KLEINHIRNS

VON

Ph. Owsjannikow.

Mit 1 Tafel.

(*Der Akademie vorgelegt am 19. December 1878.*)

ST.-PÉTERSBOURG, 1879.

Commissionnaires de l'Académie Impériale des sciences:

à St.-Pétersbourg:
M. Eggers et C^ie, J. Issakof et J. Glasounof;

à Riga:
M. N. Kymmel;

à Leipzig:
M. Léopold Voss.

Prix: 30 Kop. = 1 Mrk.

MÉMOIRES
DE
L'ACADÉMIE IMPÉRIALE DES SCIENCES DE ST.-PÉTERSBOURG, VII^e SÉRIE.
TOME XXVI, N° 11.

UEBER

DIE RINDE DES GROSSHIRNS

BEIM

DELPHIN UND EINIGEN ANDEREN WIRBELTHIEREN

NEBST EINIGEN BEMERKUNGEN

UEBER DIE STRUCTUR DES KLEINHIRNS

VON

Ph. Owsjannikow.

Mit 1 Tafel.

(*Der Akademie vorgelegt am 19. December 1878.*)

ST.-PÉTERSBOURG, 1879.

Commissionnaires de l'Académie Impériale des sciences:

à St.-Pétersbourg:
MM. Eggers et C^ie, J. Issakof et J. Glasounof;

à Riga:
M. N. Kymmel;

à Leipzig:
M. Léopold Voss.

Prix: 30 Kop. = 1 Mrk.

Imprimé par ordre de l'Académie Impériale des sc ences.
Février 1879. C. Vessélofski, Secrétaire perpétuel.

Imprimerie de l'Académie Impériale des sciences.
(Vass.-Ostr., 9 ligne, № 12.)

Diese Untersuchungen fing ich an in Concarneau (Bretagne), wo ich Gelegenheit hatte das Gehirn eines eben gefangenen Delphinus Delphis zu untersuchen und beendete sie später hier in Petersburg. Das Gehirn des Delphins hat schon längst durch die reiche Ausbildung der Windungen der Grosshirnhemisphären die Aufmerksamkeit der Naturforscher auf sich gezogen. Wir besitzen manche sehr genaue anatomische Beschreibungen desselben. So schien mir auch eine histologische Untersuchung dieses, dem menschlichen so nahestehenden Gehirns, besonders von Interesse zu sein.

Obgleich den Arbeiten von Meynert und Arndt mehrere tüchtige Untersuchungen vorangingen, so halten wir doch die genannten Arbeiten für besonders wichtig. Sie haben uns eine tiefere Einsicht in die Verhältnisse des Gehirns eröffnet und eine ganze Reihe von Schriften über diesen Gegenstand hervorgerufen. Wir führen nur einige Autoren an wie: Stieda, Gerlach, Rindfleisch, Boll, Krause, Kölliker, Henle, die sich in der Untersuchung dieses Organs besonders verdient gemacht haben. Je mehr die Arbeiten sich anhäuften, je mehr neue Thatsachen aufgefunden wurden, um so auffallender musste es erscheinen, dass manche Widersprüche nicht beseitigt werden konnten. Auf diese Widersprüche und auf die neuen noch nicht vollkommen anerkannten Thatsachen, werden wir in den nächsten Blättern genauer eingehen.

Bei der Beschreibung über die Lagerung der nervösen Elemente habe ich mich streng an die aus dem Delphingehirn gewonnenen Präparate gehalten. Zur Untersuchung der Nervenzellen benutzte ich hingegen hauptsächlich frisches Gehirn vom Menschen, Hund, Katze, Rind.

Die Methode der Untersuchung.

Um das Gehirn zu erhärten, legte ich dasselbe theils in Chromsäurelösung, theils in schwachen oder starken Weingeist, theils in eine Lösung von Doppelchromsauren-Kali oder Doppelchromsauren-Ammoniak. Einige Stücke behandelte ich nach der Betz'schen Methode, doch hatten sie keine besonderen Vorzüge. Diese Methode bietet bei der Untersuchung des

Rückenmarks bessere Dienste, als bei der des Gehirns.—Wenn ich das gesammte Verhältniss der Nervenzellen und Fasern in einer Grosshirnwindung überblicken wollte, so machte ich aus den Windungen feine Durchschnitte, die ich der Faserung der weissen Substanz parallel führte; die Durchschnitte spülte ich dann mit reinem Wasser aus, legte dieselben auf einen Tag in Carminsaures-Ammoniak, spülte sie wiederum aus und legte dieselben auf einige Minuten in Spiritus, hernach auf längere Zeit in Terpenthin. Statt dieser letzten Flüssigkeit benutzte ich zuweilen Nelkenöl oder Creosot. Dieser Verfahrungweise bediente ich mich, wenn ich die Verhältnisse an Durchschnitten untersuchen wollte. Galt es aber genauer die Zellen mit ihren Ausläufern oder die Faserung der Nerven kennen zu lernen, dann wandte ich die Zerzupfungsmethode an oder ich behandelte die feinen Durchschnitte mit Säuren und Alcalien, suchte auch durch Kochen in schwacher Essigsäure die einzelnen Elemente zu sondern. Gern gebe ich zu, dass die Durchschnitte allein lange nicht ausreichen, um die histologische Structur des Nervensystems aufzudecken. Doch habe ich die Ueberzeugung, dass man mit wenigen einzelnen Reactiven zu denselben Resultaten kommen kann, zu welchen man durch eine Reihe neuer Mittel zu gelangen im Stande ist, wenn man nur diese Reactive vollkommen in seiner Gewalt hat. In meiner jetzigen Abhandlung werde ich nur die nervösen Elemente betrachten und fast garnicht auf die Beschreibung des Bindegewebes eingehen, theils weil ich zu den Resultaten, die F. Boll in seiner ausgezeichneten Arbeit geliefert hat, wenig Neues hinzufügen kann, theils weil ich später wahrscheinlich Gelegenheit haben werde, auf dieses Gewebe zurückzukommen. Bei Bereitung der Zerzupfungspräparate habe ich zuweilen das Gehirn des Menschen oder auch anderer Thiere gefrieren lassen und daraus feine Schnitte gefertigt. Diese wurden entweder in eine Lösung von Doppelchromsauren-Kali gelegt oder mit Chlorgold gefärbt. Will man Chlorgoldpräparate verfertigen, die auch für ein längeres Aufbewahren tauglich wären, so wüsste ich keine bessere Methode als die eben erwähnte. Nur müssen die Präparate gut ausgewaschen werden. Um die Verästelung der Zellenfortsätze und ihrer feinsten Verzweigungen gut beobachten zu können, rathe ich kleine Stücke vom Gehirn auf einen Tag oder etwas länger in eine sehr starke Lösung von Chromsauren-Kali zu thun und dann feine Schnitte daraus zu verfertigen. Solche Schnitte kann man gefärbt in ihrer Totalität untersuchen, zerzupfen oder durch einen leichten Druck auf das Deckgläschen zerquetschen. Ist das Präparat zu sehr erhärtet, so reissen meistens alle feinen Verzweigungen von den grösseren Aestchen ab. Zum Zerzupfen sind nur jene Präparate tauglich, die nur kurze Zeit in genannter Lösung gelegen haben. Zum Färben benutzte ich ausser Carmin noch Eosin, Dalium, Haemotoxylin und einige Anilinfarben; die Resultate entsprachen jedoch nicht den Erwartungen, die man auf diese Färbungsmittel, auf die Aussage mancher Forscher stützend, setzt.

Die Rinde des Grosshirns hat, so viel ich aus eigenen Untersuchungen und der mir bekannten Literatur weiss, bei allen Thieren, vom Menschen angefangen und hinuntersteigend bis zu den niedrigsten Wirbelthieren, im Allgemeinen dieselbe histologische Structur. Die Unterschiede, die sich nachweisen lassen, könnten auf mehr oder weniger grösseren Reich-

thum an Nervenzellen, auf grössere oder geringere Quantität des Bindegewebes bezogen werden. Was jene Zellen anbetrifft, so ist ihre Form fast überall dieselbe. Tiefere Unterschiede lassen sich nicht nachweisen. Trotz dieser Uebereinstimmung ist man lange nicht so weit, die wahre Structur der Hirnrinde bei irgend einer Thierspecies vollkommen zu kennen. Manche neue Resultate bedürfen noch einer Bestätigung. Es muss ferner festgestellt werden, ob die nervösen Elemente, die in der Hirnrinde vorkommen und die man als eigenthümliche, nur diesem Organe zukommende Gebilde betrachtet hat, wirklich als solche bei einer tiefer eingehenden Untersuchung sich erweisen werden.

Die Vertheilung der Nervenzellen in der Grosshirnrinde beim Delphin.

Meynert hat unstreitig grosses Verdienst, indem er sowohl die Lagerung der Schichten im menschlichen Gehirn als auch dessen normale und pathologisch veränderte Zellen einem eingehenden Studium unterworfen hat. Ich habe aber schon früher einmal Gelegenheit gehabt mich darüber auszusprechen und muss auch jetzt gestehen, dass die von ihm gegebenen Bilder nicht ganz naturgetreu sind. Ich konnte nicht diese Regelmässigkeit der Schichtenlagerung herausfinden, welche die Meynert'schen Zeichnungen uns darstellen. Uebrigens muss ich gestehen, dass es im höchsten Grade schwer ist eine getreue Abbildung der Schichten zu geben. Ich dachte eine Photographie würde uns diesen Dienst leisten, jedoch in den von mir verfertigten Photographien waren die Zellenschichten so schwach von einander geschieden, dass ich davon abstand überhaupt eine Abbildung derselben zu geben. F. Boll schliesst sich in Bezug auf Schichtung der Hirnrinde bei kleinen Wirbelthieren Stieda an, indem er vier Schichten gelten lässt. Schon der Umstand, dass verschiedene Forscher eine verschiedene Anzahl der Schichten annehmen, spricht dafür, dass diese Schichten sich nicht scharf von einander abgrenzen. Uebrigens lassen sich die in dieser Beziehung herrschenden Widersprüche, wie Arndt uns durch eine höchst sorgfältige Untersuchung gezeigt hat, mehr oder weniger ausgleichen.

Ich unterscheide in der Rinde der Grosshirnlappen beim Delphin und anderen Thieren fünf Schichten. Dieselben lassen sich schon bei schwacher Vergrösserung streng von einander sondern. Doch muss ich hinzufügen, dass diese Schichten nicht in allen Theilen einer und derselben Windung mit derselben Deutlichkeit wahrgenommen werden können. An der Spitze jeder Windung, wo die Nerven fächerförmig auseinander laufen, sind die Zellen gleichmässiger vertheilt als in anderen Theilen der Windung. Die fünf Schichten, welche ich von aussen nach innen gehend beim Delphin unterscheide, sind folgende:

1. Die granulirte Substanz.
2. Die äussere Zellenschicht, aus kleinen Zellen bestehend.
3. Die zellenarme Schicht. In derselben kommen kleine Nervenzellen, aber viel sparsamer vor, als in der an sie grenzenden.

4. Die mittlere Zellenschicht, meistens aus sehr grossen Zellen bestehend.
5. Die innerste Zellenschicht. Diese letzte Schicht liegt sehr dicht der vorhergehenden an, so dass manche Forscher vielleicht die beiden Schichten in eine vereinigen würden. Es hat Manches für sich, die Structur der Hirnrinde auf ein einfacheres Schema zurückzuführen. Da aber die Zellen der beiden letzten Schichten sich in Betreff ihrer Grösse von einander unterscheiden, so habe ich sie als gesonderte Schichten bezeichnet.

Die erste Schicht.

Die erste granulirte Schicht besitzt keine Nervenzellen. Ich stimme in dieser Beziehung gern F. Boll und Stieda bei, gegen Deiters und andere, die in dieser Schicht kleine bipolare oder multipolare Nervenzellen beschrieben haben. Sowohl mittlere als auch stärkere Vergrösserungen zeigen in derselben eine feinkörnige Masse, eine Punctsubstanz möchte ich sagen, durchsetzt von Gefässen, die von der Pia her in die Substanz hineintreten. Nur hier und da finden sich rundliche oder eckige Kerne, die, soviel ich dieselben untersucht habe, nicht zu den Nervenelementen gehören. Manche Forscher haben ganz an der äussersten Grenze der von uns betrachteten Schicht Nervenfasern beschrieben, die parallel der äusseren Fläche der Windungen zu verlaufen scheinen. Zuweilen, freilich selten, finden sich solche Fasern. Ob es aber Nervenfasern sind, möchte ich sehr bezweifeln. Ein Sichwiedersammeln der Fortsätze und ein Uebergang derselben in eine conturirte Nervenfaser, die nach innen verlief, habe ich nicht sehen können, obgleich ich danach gesucht habe. Im Rückenmarke einer Raja habe ich wol eine doppeltconturirte Nervenfaser ihr Mark verlieren und sich in feine Aestchen theilen sehen. In den Windungen des Grosshirns beim Menschen, beim Delphin und anderen Thieren sind mir nie ähnliche Präparate zu Gesicht gekommen. Die Breite der in Rede stehenden Schicht wechselt bei verschiedenen Thieren. Sie erscheint auch verschieden auf einem und demselben Präparate. Am breitesten ist die Cylinderaxenschicht an der Stelle des Präparates, wo der Schnitt senkrecht zu der äusseren Fläche geführt ist. Die genannte Stelle ist auch die geeignetste, um eine richtige Vorstellung über die Structur der zellenfreien Schicht zu geben.

Die zweite Schicht.

Der scheinbar grössere und geringere Reichthum an Zellen in dieser Schicht ist von der Dicke des Schnittes abhängig. Ist dieser dem Faserverlaufe parallel geführt, so scheinen die Zellen bipolar oder pyramidenförmig. Bipolar erscheinen sie deshalb, weil die beiden in entgegengesetzter Richtung verlaufenden Fortsätze meistens etwas dicker sind als die übrigen. An Schnitten, welche parallel der äusseren Fläche der Rinde geführt werden, nehmen die Zellen eine rundliche Form an, weil der obere und untere Fortsatz durch den Schnitt gewöhnlich abgetragen wird. Es ist natürlich von sehr feinen Schnitten die Rede.

Sonst bewahren sie die Form der Trugpyramiden oder multipolaren Zellen. Somit wäre es unrichtig, als Eigenthümlichkeit dieser Zellen ihre rundliche Form hervorzuheben, wie einige Forscher es zu thun versucht haben.

Die dritte Schicht.

Diese Schicht wollen wir als zellenarme bezeichnen, weil die Zahl ihrer Zellen sehr gering ist. Wenn auch mitunter Stellen vorkommen, die ganz frei von Zellen sind, so ist dennoch zuweilen der Uebergang in die nächste Schicht ein sehr allmähliger, so dass man ein verwischtes Bild erhält. Dieses war die Ursache, dass manche Forscher die vorletzte Schicht in die nächste übergehen lassen, ohne derselben Erwähnung zu thun. Die Zellen, die hier vorkommen, sind den oben gedachten ähnlich.

Die vierte Schicht.

Hier treffen wir sehr grosse Zellen an, an welchen die Pyramidenform deutlicher hervortritt, als in allen übrigen. Sie sind beim Delphin in ziemlicher Anzahl zu finden. Uebrigens schien mir beim Menschen und beim Hunde die Zahl derselben, selbst auf einem sehr feinen Durchschnitte, beträchtlicher zu sein als Meynert und einige andere Autoren es abbilden. Da die Zellen grösser sind als in den übrigen Schichten, so sind ihre Fortsätze stärker und deshalb leichter zu verfolgen. Der dickste und zugleich am weitesten zu verfolgende Fortsatz ist der nach der Peripherie verlaufende. In entgegengesetzter Richtung, also nach Innen hin, trifft man sehr häufig ebenfalls einen sehr langen Fortsatz. Die nach den Seiten abgehenden Fortsätze, deren Zahl nicht constant zu sein scheint, sind weniger weit zu verfolgen, als die nach oben und unten verlaufenden. Aus dieser Schicht erhielten wir Zellen, welche ganz ähnlich denen waren, welche Arndt abbildet, nur mit dem Unterschiede, dass der Spitzenfortsatz auch eine grosse Anzahl der sich theilenden Fortsätze besass.

Die fünfte Schicht.

Meynert schildert uns bei der Beschreibung eines, aus der dritten Stirnwindung des Menschen, verfertigten Schnittes noch drei Schichten. Wir verweisen den Leser auf seine Abhandlung, glauben aber alle diese Schichten in eine einzige 5te Schicht zusammenfassen zu müssen. Weder die Form der Zellen, noch ihre Lagerung oder irgend welche andere Kennzeichen lassen in unserer fünften Schicht weitere Theilung zu. Auf der ersten Figur der zweiten Tafel der Meynert'schen Abhandlung sind die Zellen der 4ten und 5ten Schicht verschieden, sowol der Lagerung als auch der Grösse nach. Wir fanden, dass an der Spitze einer Windung, wo also die Nervenfasern fächerförmig auseinanderlaufend deutlicher in die unteren Ausläufer der Zellen verfolgt werden konnten, dass die sämmtlichen Zellen mit

ihrem Längsdurchmesser nach einer und derselben Richtung, von der Peripherie zum Centrum, gelagert waren. Auf den Schnitten, die aus den seitlichen Theilen der Windungen entnommen waren, findet man allerdings einige Zellen, die mit ihrem Längsdurchmesser der äusseren Fläche einer Windung parallel liegen. Da aber diese Zellen so oder anders gelagert sind, je nachdem wir die Spitze oder die seitliche Fläche einer Windung auf einem und demselben Schnitte betrachten, glauben wir keinen grossen Werth auf die Lagerung der Zellen legen zu müssen. Das Durchmustern mehrerer Abbildungen, welche uns die Lagerung der Zellen in der grauen Substanz der Hirnrinde vorführen, wie Fig. 200 von Henle und die Figur von Cleland, zeigt uns, dass auch andere Forscher keine weitere Differenzirung meiner fünften Schicht anerkennen. Dennoch nimmt sie einen bedeutenden Raum ein und ist viel breiter als die vorletzte. Man sieht zwischen den Zellen doppeltconturirte Fasern, die bündelweise zu der Peripherie hinziehen, und andere, die dieselben unter einem rechten Winkel schneiden und einzelne Zellen durch Commissurfasern miteinander zu verbinden scheinen. Diese letzteren sind auf der Abbildung von Cleland angegeben, jedoch zu grob gezeichnet. Von den Zellen dieser Schicht lässt sich nichts angeben, wodurch sie sich von den übrigen unterscheiden würden. Der Grösse und der Form nach stimmen sie vollkommen mit den Zellen der 2ten und 3ten Schicht überein. Henle findet hier, wie auch in den oberen Schichten kugelförmige Zellen. Ich habe auf einzelnen Schnitten viele kugelrunde Zellen gesehen. Zuweilen sah ich grosse Lacunen, in denen nur der Kern lag, allein oder von einem Klümpchen sehr zarten Protoplasmas umgeben. Alle solche Gebilde erklären wir für Kunstproducte. Die Zerzupfungspräparate gaben nie ganz runde, apolare Zellen, sie hatten immer eine beträchtliche Zahl von Fortsätzen. Da wir manchmal den unteren, dicken Fortsatz, dann den von der Seite einer Zelle abgehenden mit den doppeltconturirten Nerven in Verbindung gesehen haben, so schliessen wir daraus, das die Verbindungscommissuren zwischen einzelnen Zellen aus doppeltconturirten Nerven bestehen und dass die aus der weissen Masse kommenden Fasern in die Nervenzellen übergehen. Ueber die Structur der weissen Substanz sind die meisten Forscher miteinander einig, so dass wir dieselbe nicht betrachten wollen.

Nervenzellen der Grosshirnrinde.

Die Grösse der Nervenzellen ist sehr veränderlich, nicht allein in verschiedenen Schichten der Grosshirnrinde, sondern auch in einer und derselben Schicht. Ihre Form ist aber durchschnittlich genommen dieselbe. Die, durch die Windungen der Grosshirnrinde geführten Längsschnitte, bei mässiger Vergrösserung gesehen, an Präparaten, welche gefärbt und durchsichtig gemacht worden sind, zeigen, dass die Nervenzellen aller Schichten, wie bereits Meynert und viele andere Forscher es abgebildet haben, eine Pyramidenform besitzen. Stärkere Vergrösserungen und Zerzupfungspräparate haben Veranlassung gegeben, diese Pyramiden als Trugpyramiden zu bezeichnen. Isolirte Zellen aus Zerzupfungspräparaten könnten eher als sternförmige bezeichnet werden, da aus dem Ganglienkörper wenigstens drei, vier, ge-

wöhnlich mehr ziemlich starke Fortsätze nach verschiedenen Richtungen abgehen. Weil aber der zu der Peripherie verlaufende Fortsatz fast immer viel dicker ist, als die übrigen, so giebt er der Zelle ein pyramidenförmiges Ansehen. Uebrigens ist der diesem Fortsatze entgegenstehende, also nach Innen verlaufende, ebenfalls ziemlich breit. Dadurch erscheint, bei mässiger Vergrösserung, die Zelle nicht selten bipolar; die von derselben nach anderen Richtungen hin abgehenden Fortsätze entgehen leicht dem Beobachter ihrer Feinheit wegen, besonders an Durchschnitten, die durch Terpenthin oder andere Mittel durchsichtig gemacht worden sind. Wir machen den Leser noch darauf aufmerksam, dass wir an grossen, isolirt untersuchten Zellen eine sehr bedeutende Anzahl von Fortsätzen beobachtet haben, die auch von der unteren Fläche derselben abgingen, sehr lang waren und sich theilten. Diese Zellen liessen sich mit einem Baume vergleichen, an dem der obere dicke Fortsatz den Stamm darstellt; die aus der Tiefe, von unten her kommenden, eine merkwürdige Aehnlichkeit mit den Wurzeln darbieten.

Der Zellenleib, der, wie oben schon erwähnt wurde, auf den Präparaten, die in Canadabalsam eingebettet oder durch andere ähnliche Reactive behandelt waren, pyramidenförmig erscheint, ist in der That fast kugelrund. Die runde Form des Zellenkörpers ist leicht zu sehen an frischen Präparaten oder an solchen, die einen oder einige Tage in Doppeltchromsaurem-Kali oder Doppeltchromsaurem-Ammoniak gelegen haben. In den meisten Conservirungsflüssigkeiten, wie Glycerin, Canadabalsam, Damarlack und anderen, schrumpft die Zelle ein und bekommt dadurch ein anderes Ansehen, als sie während ihres Lebens besass. Durch das Einschrumpfen ändert die Zelle nicht allein ihre Gestalt, sondern wird auch viel kleiner. Dadurch entsteht ein Zwischenraum, eine Lücke, zwischen der Zelle und dem übrigen Gewebe. Solche Lücken hat man oft gesehen und abgebildet. Sie sind natürlich Kunstproducte. Der Zellenleib bei allen Nervenzellen der Grosshirnrinde, wie auch mancher andern Centralapparate ist nicht, wie man allgemein annimmt, nackt, sondern besitzt eine mehr oder weniger feste Hülle. Sehr häufig sieht man an der Basis der Zellen, besonders an den grösseren, ein Capillargefäss. Dieses deutet darauf hin, dass in diesen Zellen die Ernährungsprocesse besonders lebhaft vor sich gehen. Es gelingt nicht selten, Gefässe herauszupräpariren, denen eine nicht geringe Anzahl von Nervenzellen anhängt. Einzelne waren kaum grösser als die rothen Blutkörperchen. Sie bestanden aus einem runden oder ovalen sehr kleinen Kerne, an dem ein kaum bemerkbarer, schwacher Saum von Protoplasma anhing. Das Kernkörperchen ist stets gut sichtbar. Andere Zellen sind dagegen sehr gross, 29—30 Mal grösser als die ersteren. Wenn gewöhnlich das Protoplasma dieser Nervenzellen in Chromsäurepräparaten oder auch in anderen Erhärtungsmitteln gleichförmig erscheint, so sieht man an ganz frischen oder, noch besser, mit schwacher Essigsäure behandelten Zellen, mitunter auch an solchen, die kurze Zeit in Doppeltchromsaurem-Kali gelegen haben, eine Streifung, welche bei stärkerer Vergrösserung sich in feine Fäserchen zerlegen lässt. Solche Längsfaserung habe ich ferner nicht allein in dem Hauptfortsatze der Zellen, sondern in mehreren derselben Zelle gesehen. Es gelingt nicht selten, besonders an zertrümmerten,

grossen, die von aussen in Form von Fortsätzen in die Zelle hineintretenden Primitivbündel tief in das Innere der Zelle zu verfolgen. Die Primitivfibrillen der Zellen zeigen eine schwache varicöse Anschwellung. Sie verlaufen nicht in gerader Linie durch die Zellen, sondern verbinden sich miteinander, ungefähr so, wie man es in den sympatischen Ganglien beobachtet hat, nur dass hier die Faserung noch feiner ist und desshalb schwerer zu beobachten. Näher zum Kern liegen die Fasern fester an einander und hier kommt die Verschmelzung und Vereinigung der Fasern noch häufiger vor.

Ueber den Zellenkern habe ich wenig Neues zu berichten und halte fest an der von mir vor mehreren Jahren ausgesprochenen Ansicht, dass derselbe an frischen Zellen stets rund oder oval ist. Dieser Ansicht sind auch Arndt und Fr. Boll, während Meynert bekanntlich eine andere Anschauungsweise vertritt. Es ist richtig, dass man eine mannigfache Gestalt des Kerns, wie z. B. eine spindelförmige, dreieckige, sternförmige, nicht selten beobachtet; alle diese Formen sind aber nur Kunstproducte, Resultate der Schrumpfung, welche die verschiedene Behandlungsweise des Objectes hervorgerufen hat. Manche Forscher, wie z. B. auch Henle, legen grossen Werth auf runde Zellen, die auf den Durchschnitten häufig zu sehen sind und mit den pyramidenförmigen Zellen reihenweise abwechseln. An manchen Präparaten sieht man eine grosse Anzahl dieser Zellen, an andern hingegen, die etwas dicker ausfielen und einem besser conservirten Gehirn entlehnt waren, ist die Zahl dieser Zellen sehr gering. Ihre runde Form, zuweilen anscheinend ohne Fortsätze, kann einerseits bedingt sein durch die Richtung des Schnittes, andererseits kann sie von der zu grossen Feinheit des Präparates abhängen. Selbst die grossen, pyramidenförmigen Zellen erscheinen, wenn die Schnitte durch die Mitte ihres Körpers geführt werden, von runder Gestalt. Apolare Zellen sieht man nur auf Schnitten, an guten Zerzupfungspräparaten aber niemals. Ganz runde Zellen, unipolare und bipolare kommen in der Hirnrinde nie vor. Ich lege besonderen Nachdruck darauf, dass der Zellenleib fast rund ist, und dass die von der Zelle abgehenden Fortsätze ihr ein sternförmiges Ansehen geben.

Es findet sich in den Zellen noch ein Häufchen von gelben Pigmentkörnchen. In späterem Alter nimmt das Pigment zu. Im kranken Gehirn habe ich eine bedeutende Zunahme desselben gesehen.

Bevor ich die Beschreibung der Nervenzellen abschliesse, finde ich für angemessen, einige Worte über die kleinste Art der Zellen und Zellenkerne zu sagen, die man häufig in Zerzupfungspräparaten Gelegenheit hat zu betrachten. Nackte Kerne findet man bei erwachsenen Thieren und Menschen selten. Meistens besitzen sie, wenn auch zuweilen einen kaum messbaren Protoplasmasaum. Von diesen kleinsten Zellen zu den grösseren sind die verschiedensten Stufen vorhanden. Je grösser die Zellen, desto stärkere Masse von Protoplasma, die sich in eine grosse Anzahl von Primitivfibrillen auflösen lässt. Während bei den kleineren Zellen der Kern den meisten Raum einnimmt, tritt er bei den grösseren immer mehr zurück und die Hauptmasse der Zelle kommt auf Rechnung des Protoplasma.

Ich war eine Zeitlang der Meinung, dass die kleinen Zellen Anhaltspunkte geben für

ihre Entstehung aus weissen Blutkörperchen, nehme aber jetzt diese Ansicht, die auch von manchen anderen Forschern ausgesprochen war, zurück. Die Nervenzellen bilden sich aus Elementen gleicher Art. Die kleinen Nervenzellen lassen sich nicht mit Bindegewebskörperchen verwechseln, nachdem durch eingehende Untersuchungen von Deiters, Fr. Boll, Ranvier und Anderen Unterschiede zwischen den oben erwähnten Formelementen festgestellt wurden, die eine Verwechselung, nach unserer eigenen Erfahrung, unmöglich machen.

Schliesslich haben wir noch unsere Ansicht über das Schicksal der Nervenfortsätze auszusprechen.

Der Spitzenfortsatz hat gewöhnlich eine bedeutendere Breite als die übrigen. Ziemlich breit ist meist auch der Basalfortsatz. Wir haben aber auch Zellen getroffen, nämlich unter den ganz grossen, an welchen der seitliche, zuweilen auch der untere Fortsatz eine Breite besass, die dem Spitzenfortsatz in nichts nachstand. Diese Zellen waren den sogenannten Purkinje'schen Zellen des kleinen Gehirns ähnlich, an denen man zuweilen zwei Spitzenfortsätze beobachtet. Der breite Spitzenfortsatz zerfällt, je mehr er sich der Oberfläche einer Windung nähert, in desto mehr feine, sich theilende Fortsätze. Diese sind gewöhnlich noch ziemlich breit, beim Abgange vom Stamm zuweilen aber auch sehr fein, wie eine der von mir gezeichneten Zellen es zeigt. Sowohl die Spitze des Hauptfortsatzes, als auch die Nebenfortsätze theilen sich in immer feiner werdende Reiserchen bis sie ein unendlich feines Maschenwerk bilden, das sich isolirt bei starker Vergrösserung System 11 u. 15 Hartnack oder $^1/_{16}$ Powell und Lealand untersuchen lässt. Wir sind Fragmenten von solchen sich theilenden Nervenfortsätzen begegnet, die verhältnissmässig einen nicht unbedeutenden Raum einnahmen. Es war, — was wir für sehr wichtig halten, — in dem erwähnten Maschenwerk kein anderes Gewebe vorhanden, das als Stützgewebe dem ersteren dienen könnte. Aehnlich wie z. B. Muskelbündel nur aus primitiven Muskelfasern bestehen und frei von Bindegewebselementen sind, so entbehren auch gewisse, freilich nur begrenzte Partien im Gehirne jeder bindegewebigen Grundlage.

Nie habe ich an Spitzenfortsätzen bipolare Zellen entdecken können, die von einigen Forschern beschrieben wurden. Ich wüsste nicht wie diese Beobachtung zu erklären. Sollen vielleicht die sogenannten Pinselzellen, die an der Kante der äussersten Schicht einer Windung reichlich vorkommen, eine Veranlassung zu einer solchen Annahme gegeben haben? Die Pinselzellen bestehen aus einer langen Faser, die an der Spitze in eine Zelle mündet. Am entgegengesetzten Pol geht die Zelle in ein feines Faserbündel über, das übrigens unter Umständen, freilich nur scheinbar, als einfache Faser sich darstellen kann. Die Faser einer Pinselzelle und die Nervenfasern unterscheiden sich wohl von einander, obgleich der Unterschied manchmal sehr gering ist. Die erste ist heller, glänzender und verhält sich anders zu verschiedenen Farbstoffen. Fr. Boll hat eine so treue Abbildung der Pinselzellen gegeben, dass wohl nichts hinzuzufügen bleibt. Wir haben also die Spitzenfortsätze in ein sehr verfilztes Nervengewebe an der Oberfläche der Hirnrinde endigen sehen und weisen zurück, sowohl den Uebergang der Fasern in Zellen, als auch ihr sich Wiedersammeln in eine dickere, nach dem Centrum verlaufende Faser.

Nachdem wir die Spitzenfortsätze genauer betrachtet und von den Basalfortsätzen gesagt haben, dass sie häufig in doppeltconturirte Nervenfasern übergehen, bleibt noch Einiges über das Schicksal der anderen Fortsätze hinzuzufügen.

Dass die Zahl dieser Fortsätze sehr gross ist, dass dieselben sich ins Unendliche theilen, dass die Zelle mit den untern Fortsätzen fest in dem sie umgebenden Gewebe sitzt, wie ein Baum mit seinen Wurzeln in der Erde, haben wir bereits erwähnt. Es bleibt aber noch eine wichtige Frage zu beantworten, welche auch einen hohen physiologischen Werth hat. Es fragt sich nämlich: verbinden sich die von verschiedenen Zellen abgehenden und ein feinmaschiges Nervennetz bildenden Fortsätze miteinander oder bildet jede Zelle an und für sich ein Nervennetz. Ich habe einige Mal Gelegenheit gehabt zwei und drei Zellen miteinander durch Protoplasmafortsätze vereinigt zu sehen. Hier will ich gelegentlich anführen, unter welchen Umständen man diese Erscheinung häufiger beobachten kann. Ich nehme zu diesem Zwecke das Gehirn eines erwachsenen Thieres, besonders das des Ochsen. Nachdem dasselbe zwei bis vier Tage in doppeltchromsaurem Kali gelegen hat, schabe ich mit einem Messer von dem Längsschnitte etwas von der grauen Substanz ab, lege das Abgeschabte in Glycerin, suche mit feinen Nadeln die einzelnen Stücke noch weiter zu zerzupfen, indem ich ein paar Tropfen alcoholischer Lösung von Bismarkbraun hinzufüge. Einige Minuten später wird das Präparat mit einem grossen Deckgläschen bedeckt. Es schwimmen im Glycerin eine grosse Anzahl von Zellen herum, einzeln, zu zwei, drei und mehr zusammen. Die grossen Trümmer des Zerzupfungspräparates und die gleichförmig und dunkelgefärbte Flüssigkeit legen einer scharfen Beobachtung nicht geringe Hindernisse in den Weg. Um dieses zu beseitigen, verfahre ich auf folgende Weise. Das Objectglas wird auf eine schiefe Ebene gelegt. Dann füge ich einen Tropfen Glycerin in der Nähe der oberen Kante des Deckgläschens und suche vermittelst einer Nadel an der untern Kante des Gläschens einen Tropfen zu bilden. Das Glycerin dringt durch das Präparat von oben nach unten. Dadurch wird unter dem Deckgläschen der Farbstoff entfernt, mit ihm schwimmt eine grosse Anzahl der Zellen und feine Trümmer des Präparates in den untern Tropfen. Hat sich an der unteren Kante des Gläschens ein grosser Tropfen gebildet, so bedecke ich ihn mit einem zweiten Deckgläschen. Unter diesem hat man nun Gelegenheit einzelne, durch ihre Wurzelfortsätze zusammenhängende Zellen scharf zu beobachten. Solche Präparate kann man leicht und schnell verfertigen und sie zeigen uns die verschiedensten Gestalten der Nervenzellen sammt ihren Fortsätzen.

Ich will noch einige Worte sagen in Betreff der Primitivfasern.

Man sieht gegenwärtig die Nervenzellen als Convolute von Primitivfasern und dem entsprechend die Cylinderaxen als Bündel einer grösseren oder geringeren Anzahl von Primitivfibrillen an. Es frägt sich, welche physiologische Bedeutung diesen Primitivfasern beizulegen ist. Ich glaube den Primitivfibrillen oder Primitivfasern einer Cylinderaxis dieselbe Rolle zuerkennen zu müssen, die man früher einer Nervenfaser zuschrieb. Die Fibrillen nämlich sind isolirte centrifrugale oder centripetale Leitungsbahnen. Die Centren dieser Bahnen bleiben doch

die Ganglienkugeln, in denen Verschmelzung, Verflechtung und Vereinigung dieser feinen Fäden man wohl jetzt nicht leugnen wird. Beobachtungen, schon aus früherer Zeit, liegen uns vor, welche unsere Aufmerksamkeit darauf hinleiten, dass eine dickere Cylinderaxis Nervenfäden in sich einschliesst, die von verschiedenen Regionen herkommen. So habe ich schon im Jahre 1854 darauf hingewiesen, dass im Rückenmarke des Petromyzon die breiten, sogenannten Müller'schen Fasern durch Zusammenfliessen der feineren von Ganglienzellen kommenden Fasern entstehen. Ich habe dieses durch die Abbildung eines meiner Präparate zu versinnlichen gesucht. Merkwürdig ist es, dass andere Forscher, wie z. B. Reissner, die danach gesucht haben, diese Verhältnisse nicht sehen konnten. Dieselbe Ansicht habe ich auch später über die dickeren Nervenfasern der weissen Substanz des Rückenmarks anderer Thiere ausgesprochen. Endlich fand ich, dass die breiten Fasern beim Palinurus locusta und beim Hummer ebenfalls aus der Vereinigung einer grossen Anzahl von den Ganglien kommender Fasern entstanden sind. In meiner betreffenden Arbeit sind solche Präparate abgebildet und findet sich auch eine sehr genaue Zeichnung einer dicken aus Primitivfibrillen bestehenden Cylinderaxis. Ich mache besonders darauf aufmerksam, weil dieser Gegenstand in letzter Zeit öfter behandelt wurde. Der Primitivfibrillenbündel, aus dem die Cylinderaxis besteht, liegt zwar in einer gemeinschaftlichen Scheide, dennoch sind aber die einzelnen Fäserchen von einander durch eine Zwischensubstanz getrennt, welche unter gewissen Umständen ein anderes Lichtbrechungsvermögen besitzt. Die Consistenz dieser Substanz scheint auch eine andere zu sein, als die der Fibrillen. Somit erhält der fibrillere Bau der Cylinderaxis eine tiefere physiologische Bedeutung als man geneigt ist anzunehmen.

Schliesslich mögte ich noch meine Ansicht über die Pyramidenzellen der Hirnrinde aussprechen. Es ist wahr, dass die Form dieser Zellen eine eigenthümliche ist. Man glaubte allgemein, dass so geformte Nervenzellen anderweitig nicht vorkommen und dass man diese Zellen als psychische betrachten könnte. Andere Forscher hingegen, wie Betz, meinten berechtigt zu sein, die grossen Pyramiden für motorische Zellen anzusehn. Dieser Ansicht sind auch einige Histologen beigetreten. Ich kann aber dieselbe durchaus nicht theilen. Der Begriff gross ist keineswegs feststehend. Ich könnte hunderte von Zellen vorführen, die einen ganz allmähligen Uebergang von grösseren zu mittleren Pyramiden bilden. Wie sollte die Grösse der Zelle allein auf eine besondere physiologische Function deuten, wenn verschiedene andere Merkmale wie die Form, Zahl der Fortsätze zu einer solchen Differenzirung ganz unzureichend sich erwiesen haben.

Es fragt sich ferner, ob wir denn einige Anhaltspunkte haben, die pyramidalen Zellen für besondere, eigenthümliche, der Gehirnrinde nur zukommende Zellen zu bezeichnen und dieselben psychische Zellen zu nennen. Diese Frage ist jedenfalls mit nein zu beantworten. D. Karabanowitsch, der vor einigen Jahren eine höchst sorgfältige Untersuchung in unserem Laboratorium über die Structur des Froschrückenmarks ausgeführt hat, beschreibt aus den vorderen Hörnern dieses Organs pyramidale Zellen, die sich durch nichts von denen der Grosshirnrinde unterscheiden. Sie haben einen ähnlichen Leib, einen Spitzenfortsatz, der

sich in eine grosse Anzahl Aeste zweiten und dritten Ranges theilt u. s. w. Da die Arbeit von D. Karabanowitsch in russischer Sprache gedruckt und den meisten Forschern unbekannt geblieben ist, so entnehme ich aus derselben eine Abbildung, nämlich Fig. 10. Die genannte Arbeit ist unter meinen Augen ausgeführt, so dass ich für die Richtigkeit der Beobachtung und Abbildung bürge. Jeder, der die Form der Pyramidenzellen aus der Gehirnrinde des Menschen oder anderer höheren Thiere aus eigener Untersuchung kennt, wird beim Anblick der abgebildeten Zellen dieselbe für eine solche erklären.

Wenn Pflüger beim Verfassen seines bekannten Werkes «Ueber die psychische Function des Rückenmarks», in welchem er uns eine Reihe von höchst interessanten Versuchen an geköpften Fröschen vorführt, diese Identität der Zellen gekannt hätte, würde er gewiss dieselbe zur Unterstützung seiner Hypothese benutzt haben. Ich habe an Zerzupfungspräparaten aus den vorderen Hörnern des Fischrückenmarks ebenfalls solche Pyramiden erhalten. Besonders schöne Bilder boten mir die Präparate aus dem Rückenmarke vom Torpedo Galvani und Raja batis, wo die Zellen ausserdem noch recht gross sind.

Ich schliesse diesen Abschnitt mit den Worten, dass die pyramidalen Rindenkörper in Beziehung auf ihre Form, Structur, Verlauf der Fortsätze vollkommen ähnlich sind den Nervenzellen der vorderen Hörner des Rückenmarks der Frösche und Fische. Daraus ist ferner zu schliessen, dass Nervenzellen von ganz übereinstimmender Form und Structur einer ganz verschiedenen physiologischen Function vorstehen können.

Ueber das Kleinhirn.

Das kleine Gehirn wurde in den letzten Jahren vielfach untersucht. Die einschlagenden Arbeiten brachten einige neue Thatsachen ans Licht, welche wohl Beachtung verdienen. Anders hat sich die Sache gestaltet in Betreff der physiologischen Function dieses Organs. W. Weliky und ich haben gezeigt, dass die herrschende Meinung über die Physiologie dieses Organs sich nach unseren Untersuchungen durchaus fehlerhaft erwiesen hat. Trotz schöner Untersuchungen der neueren Forscher, von denen wir nur Obersteiner und G. Denissenko besonders hervorheben wollen, sind manche Widersprüche durchaus nicht beseitigt. Dieses ist die Ursache, warum ich mich noch einmal an die Untersuchung dieses Organs gemacht habe. Meine frühere Arbeit bezog sich übrigens hauptsächlich auf die Untersuchung des Kleinhirns bei Fischen. In diesem Aufsatze habe ich das kleine Gehirn der höheren Wirbelthiere zum Gegenstande meiner Untersuchung gemacht. Von der Methode will ich nur kurz anführen, dass ich nicht allein die oben erwähnte Verfahrungsweise angewandt habe, sondern auch alle von neuern Forschern vorgeschlagenen Mittel. Darüber werde ich später, wo ich es für zweckmässig halte, mehr berichten. Im Allgemeinen muss ich anführen, dass die meisten neuen Färbungsmittel nicht so wesentlich die Untersuchung erleichtern, wie es wohl zu erwarten war. Die Resultate hängen direkt von dem Untersucher

ab und nicht von den Methoden, die er anwendet. Ich gehe zu der Untersuchung selbst über.

Im Kleinhirn des Menschen, des Hundes, des Kalbes und anderer Thiere unterscheide ich vier Schichten, die ich von innen nach aussen beschreiben werde.

1. Die Faserschicht.

In der Mitte jedes Gehirnläppchens befindet sich ein Bündel Nervenfasern, die in einer bindegewebigen Grundmasse eingelagert sind. Gefässe finden sich hier in geringerer Anzahl als in anderen Theilen des Kleinhirns. Dieses ist ganz natürlich, wenn man bedenkt, dass die Fasern überall, wo sie vorkommen, einen weniger lebhaften Umsatz von Nahrungsmitteln erfordern als die Nervenzellen. Die Fasern sind fein, doppeltconturirt, besitzen Nervenmark und Scheide; lassen sich auch bei starker Vergrösserung in Primitivfibrillen zerlegen. Mitten in dieser Schicht haben wir niemals wahre Nervenzellen gesehen. Wenn Denissenko auch hier Nervenzellen beschreibt, so glauben wir, dass dieselben aus anderen Schichten zufällig hierher gerathen waren oder die Schnitte ausser der Faserschicht noch andere Schichten enthielten. Meiner Ansicht nach ist und bleibt es eine feststehende Thatsache, dass die einzigen nervösen Elemente, die wir hier finden, Nervenfasern sind. Sie verlaufen bald einzeln, bald in Bündeln geordnet zu der Peripherie des Läppchens und senken sich in die Körnerschicht ein. Sonst lässt sich nichts Wesentliches über diese Schicht sagen. Sie ist einfacher gebaut als andere und deshalb finden wir eine grosse Uebereinstimmung in der Beschreibung derselben fast bei allen Autoren.

2. Die Körnerschicht.

Die Körnerschicht bildet ein Verbindungsglied der Faserschicht mit der Purkinje-'schen Zellenschicht, liegt also zwischen diesen beiden. Die meisten Widersprüche, welche über die Structurverhältnisse des Kleinhirns existiren, beziehen sich hauptsächlich auf die Körnerschicht. Denissenko hat versucht die Widersprüche zu lösen und giebt uns eine sehr detaillirte Beschreibung dieser Schicht. Meiner Meinung nach legt er jedoch zu grossen Werth auf Färbungsmittel. Wie wenig man auf Farbennüancen bei der Diagnose einzelner Gewebe sich verlassen kann, weiss wohl jeder, der mit verschiedenen Tinctionsmitteln, besonders mit Anilinfarben, gearbeit hat. Die Untersuchungen Denissenko's bieten uns schon einige Anhaltspuncte für unsere Ansicht. So theilt er uns mit, dass das Protoplasma seiner Haemotoxylin-Zellen bei verschiedenen Thieren verschieden sich zu den Farbstoffen verhält. Wir zweifeln nicht an der Richtigkeit der Beobachtung, können aber die Ueberzeugung nicht unterdrücken, dass hier wohl verschiedene Nebenumstände eingewirkt haben, welche eine bald dunklere, bald hellere Färbung bedingten. Es ist auch in der That nicht einzusehen, warum ein und dasselbe Gewebe bei verschiedenen, aber noch verwandten Thieren sich verschieden gegen ein und dasselbe Färbungsmittel verhalten sollte. Ich kenne wenig-

stens kein Beispiel dafür. Ein Theil der Körner, diejenigen nämlich, welche Denissenko Eosinzellen nennt, erklärt er für Nervenelemente. Ich habe in einer früheren Abhandlung über das kleine Gehirn der Fische die Ansicht ausgesprochen, dass die sogenannten Kerne — kleine Nervenzellen sind und Fortsätze besitzen. Ich halte auch jetzt an dieser Ansicht fest. Mehrere Forscher, wie Gerlach, Obersteiner, Waldeyer, sind derselben Meinung. An Zerzupfungspräparaten sehen wir zehn bis zwanzig, oft auch mehr solcher Zellen, welche durch ihre Fortsätze mit einander und zuweilen alle noch mit einem dicken Faden, einer Cylinderaxis zusammenhängen. Es hängt von der Präparationsmethode ab und von den Reactiven, die man anwendet, ob beim Zerzupfen des Gewebes diese Zellen ihre Fortsätze behalten oder ob dieselben abreissen. Es finden hierbei dieselben Verhältnisse statt wie beim Präpariren der Nervenzellen aus sympathischen Ganglien. Man kann Zellen erhalten, die alle ihre Fortsätze einbüssen und dann wieder solche, an denen alle intact bleiben. Dieser Umstand zeigt uns, mit welcher Vorsicht man verfahren muss, wenn man das Vorhandensein oder Fehlen der Fortsätze zum Criterium der Eigenschaften einer Zelle benutzen will. Der Kern der Zellen, die wir beschreiben, ist verhältnissmässig gross. Das Protoplasma besteht hier ebenfalls aus Primitivfibrillen. Die Zahl derselben ist zwar nicht feststehend, im Ganzen aber gering. Die Fortsätze sind äusserst zart, theilen sich dennoch häufig. Denissenko hat vollkommen Recht, wenn er in dieser Schicht von Nervenzellen spricht, die von den oben beschriebenen abweichen. Ich sah diese Zellen häufig ohne jede Färbungsmittel, sowohl auf Schnitten als in Zerzupfungspräparaten. Sie sind vier bis sechs Mal, oft auch mehr, grösser als die ersteren. Einige haben eine sternförmige Gestalt, viele nach verschiedenen Richtungen verlaufende Fortsätze; andere dagegen haben ein kolbenförmiges Aussehn. Sie bieten grosse Aehnlichkeit mit den Purkinje'schen Zellen, nur sind sie bedeutend kleiner als diese. Ich hatte Gelegenheit das Kleinhirn beim Ochsen zu beobachten, in welchem in der Körnerschicht nur kleine, multipolare Zellen vorhanden waren. Beim Frosch und beim Neunauge fand Elenew, dessen Arbeit in unserem Laboratorium ausgeführt wurde, auch nur eine Art Zellen.

3. Die Grenzschicht.

Mit diesem Namen haben einige Forscher die Schicht bezeichnet, in der die Purkinjeschen Zellen liegen und die Grenze bilden zwischen der Körner- und Molecular-Schicht. Die Form der in dieser Schicht vorkommenden Nervenzellen ist sehr characteristisch und zu allgemein bekannt, so dass wir dieselbe nicht beschreiben wollen. Die Purkinje'schen Zellen bilden bei höheren Thieren meist eine Reihe, beim Frosch und dem Neunauge sind sie weniger regelmässig gelagert. Wenn aber Denissenko sagt, dass diese Zellen bei den Fischen weit von einander liegen und ganz unregelmässig in der ganzen Dicke der moleculären Schicht zerstreut sind, so ist Dieses falsch. Man trifft häufig bei einem und demselben Thiere Zellen, die zur Peripherie zwei Fortsätze abschicken. In die Körnerschicht

geht meistens nur ein Fortsatz. Wir haben aber ein Mal eine Nervenzelle mit zwei solchen Fortsätzen gesehn. Da diese Zelle frei in einem Zerzupfungspräparate lag, so kann sich wohl kein Irrthum bei dieser Beobachtung eingeschlichen haben. Alle Purkinje'schen Zellen besitzen bei allen Thieren eine feste Hülle, eine Thatsache, der ich übrigens bereits in meiner früheren Arbeit über das Kleinhirn der Fische, und zwar zu einer Zeit erwähnte, in welcher unter der Herrschaft der Lehre von Max Schultze es fast ein histologisches Verbrechen war diesen Zellen eine eigene Membran zuzuschreiben. Denissenko ist jetzt auch der Meinung, dass die Purkinje'schen Zellen eine Hülle besitzen. Beim Durchmustern meiner neueren Präparate fand ich viele, die denen von Denissenko vollkommen ähnlich waren. Da es aber im Ganzen nicht leicht ist die Zellenmembran zu demonstriren, so wollen wir bei diesem Gegenstande etwas länger verweilen. Die Membran liegt gewöhnlich der Zelle sehr fest an. Sie umgiebt dieselbe nur als eine dunkle Linie. Ihr Zusammenhang mit dem Zelleninhalte ist so innig, dass es selbst beim Zerdrücken einer Zelle selten gelingt, einzelne abgetrennte Fetzen zu sehen. An der unversehrten Zelle hebt sie sich von dem Inhalte, besonders an der Basis der Zelle, in der Gegend des Basalfortsatzes ab. Behandelt man ein frisches oder in Müller'scher Flüssigkeit gehärtetes Präparat mit Essigsäure, so sieht man an der äusseren Fläche der Zelle, natürlich bei sehr starker Vergrösserung (1500—2000), helle, länglich gezogene, körnerähnliche Objecte. Wir vermutheten anfangs, dass wir es mit Endothelzellen zu thun hatten; diese Vermuthung hat sich aber nicht bestätigt. Wo helle Kerne auftraten, da hatte sich der Inhalt von der Zelle zurückgezogen. Die Zelle erschien wie mit Stacheln besetzt. Aehnliche Bilder begegnet man öfters. Die frischen Knorpelzellen z. B. erscheinen ebenfalls als stachliche Kugeln, nachdem sie mit Wasser behandelt worden. Die Membran ist glashell, fest, stark lichtbrechend und setzt der Einwirkung von Essigsäure starken Widerstand entgegen. Wenn man die Zellen lange mit Essigsäure behandelt oder sogar in einer Mischung von Spiritus, Wasser und Essigsäure kocht, so löst man den Zelleninhalt vollkommen auf und die Zellenmembranen schwimmen herum, wie leere Säcke mit zusammengefallenen Wänden. Ein paar Mal schien es mir, als ob sie aus fünf- oder sechseckigen Feldern bestehen, etwa wie aus Pflasterepithel, sonst waren sie, wie schon erwähnt, ganz hell und durchsichtig. Die Gleichförmigkeit und Durchsichtigkeit der Membran ist die Ursache davon, dass man den Zelleninhalt durch dieselbe eben so gut wie durch eine Glasscheibe betrachten kann. Vesuvin färbt die Membran braun. Ausser der eben beschriebenen Membran ist noch eine secundäre Hülle zu unterscheiden. Sie umgiebt ziemlich lose die Zelle, besteht aus sehr feinen Fasern, ähnlich denen, die feine Gefässe umgeben. Sie ist mit einem Spinngewebe zu vergleichen. Die genannten feinen Fasern laufen parallel dem Längsdurchmesser der Zelle. An der Stelle aber, wo die Zelle in den peripherischen Fortsatz übergeht, umstricken die Fasern den letzteren enger und begleiten ihn eine Zeitlang, indem sie viele spiralförmige Windungen machen. Aehnliches habe ich auch an mehreren Basalfortsätzen beobachtet.

Der Inhalt sämmtlicher Purkinje'schen Zellen, angefangen vom Menschen und hinunter

bis zum Frosche und dem Petromyzon, zeigt einen fibrillären Bau. Doppeltchromsaures Kali und Ammoniak, Vesuvin, Essigsäure, auch Chlorgold sind besonders geeignet zum Studium dieses Baues. Mittlere Vergrösserungen zeigen, dass die feinen Fibrillen längs einer Zelle verlaufen; stärkere hingegen zeigen, dass sie um den Kern concentrisch gelagert sind, sich verzweigend und zusammenfliessend ein verfilztes Gewebe bilden. Henle bildet eine solche Zelle ab, spricht aber nichts darüber im Texte. Er betrachtet selbst die in den peripherischen Fortsätzen liegenden Primitivbündel als Kunstproducte und meint, dass das streifige Ansehn der Fortsätze wahrscheinlich durch Schrumpfung entstehe. Zwischen den Fasern und Maschen sind leere Räume, die mit einer durch Essigsäure und andere Reactive sich leicht auflösenden Substanz erfüllt sind. Aehnliche Bilder scheint Arndt bei unseren Zellen vor sich gehabt zu haben. Die Zelle besteht wie aus einem Schwammgewebe. Die von uns beschriebene Lagerung der feinen Nervenfibrillen ist leicht zu beobachten, sowohl durch die innere Membran, als auch an einer zedrückten Zelle. Nachdem die feinen Fibrillen in der Zelle ein Maschenwerk gebildet haben, verlaufen sie in die peripheren Fortsätze. Wir treffen sie aber hier viel dicker, als in der Zelle. Dies beweist, dass in derselben eine Vereinigung, ein Zusammenfliessen der feinen Fibrillen statt gefunden hat. In den Fortsätzen liegen die Fibrillen ebenfalls isolirt von einander in einer mehr durchsichtigen Zwischensubstanz. Dass die Zahl der Fibrillen in den Fortsätzen unbedeutend ist und dass dieselben hier dicker sind, nimmt man leicht wahr auf Schnitten, welche durch die Fortsätze geführt sind. Der Basalfortsatz, den Denissenko den Deiter'schen Fortsatz nennt, besteht ebenfalls aus Fibrillen, nur sind die Fibrillen feiner. Die Zahl derselben beträgt gewöhnlich zwei bis drei, während dort sechs bis acht sich finden.

Der Kern ist zuweilen rund, zuweilen oval. Er widersteht länger der auflösenden Kraft der Essigsäure als der Zelleninhalt. In den Präparaten, zu welchen Essigsäure hinzugefügt war und in denen der Zelleninhalt noch erhalten blieb, erscheint der Kern häufig wie ein gezahntes Rad. Es war ein Zwischenraum zwischen den Stacheln oder Zähnen des Kernes und dem Zelleninhalte. Solche Stachelform besass der Kern auch dann, wenn die Fibrillen ganz verschwunden waren. Zwar bleibt die Bedeutung der Stacheln räthselhaft, die Beständigkeit jedoch, mit welcher diese Erscheinung auftritt, verdient meiner Meinung nach alle Berücksichtigung. Von dem Kernkörperchen lässt sich wenig sagen. Es ist gewöhnlich rund, selten etwas in die Länge gezogen. Denissenko zeichnet von dem Kerne und dem Kernkörperchen abgehende Fasern. Mir sind ähnliche Bilder, wenigstens mit solcher Deutlichkeit, nie vorgekommen. Indem ich die Beschreibung des Inhaltes der Purkinje'schen Zelle abschliesse, mache ich den Leser darauf aufmerksam, dass ich diese Nervenzellen nicht wie Max Schultze als Sammel- und Umlagerungsapparate für die nervöse Erregung betrachten will, sondern sehe sie, auf Grund der oben angeführten Beobachtung, für wahre nervöse Centralorgane an.

Bei Beschreibung der Purkinje'schen Zelle wäre es mehr am Ort Genaueres über das Schicksal ihrer Basalfortsätze zu sagen. Deiters und Koschewnikoff haben den Basal-

fortsatz weit durch die Körnerschicht verfolgt und sahen denselben in einen Nerv übergehen. An Schnitten gewahrt man ihn fast gar nicht. Man muss zu Zerzupfungspräparaten seine Zuflucht nehmen. Auch bei dieser Behandlung denselben weit zu verfolgen, gehört zu dem schwierigsten Theil der Untersuchung. Dennoch sieht man ihn häufig von der Länge der Zelle, auch doppelt so lang. Verfolgt man ihn bis in die Purkinje'sche Zelle, so gewahrt man nicht selten, dass er dort in zwei oder mehrere Fasern zerfällt, die auseinander laufen und in dem Gewirre andere Fasern dem Beobachter entgehen. Das peripherische Ende des Basalfortsatzes erscheint, wie schon erwähnt, mehr oder weniger lang und gewöhnlich ungetheilt. Mir ist es aber einige Mal gelungen ihn sich theilen zu sehn. Die feinen Fäserchen, in die er zerfiel, hingen mit Kernen, d. h. mit kleinen Nervenzellen zusammen. Da die untersuchten Zellen isolirt waren, so dass sie mit ihren Fortsätzen in der Flüssigkeit unter dem Microscope beim Drucke auf das Deckgläschen herumschwammen, so kann sich wohl bei dieser Beobachtung kein Irrthum eingeschlichen haben. Als den ersten Beobachter, welcher den Zusammenhang der Pukinje'schen Zellen mit Kernen angenommen hat, wird gewöhnlich Gerlach (1858) citirt. Man benannte sogar die kleinen Zellen «Gerlach'sche Kerne». Stieda hat aber schon darauf aufmerksam gemacht, dass die erste hierauf bezügliche Arbeit nicht von Gerlach stammt, sondern von Jacubowitsch und mir gemacht wurde (1856). Ich erwähne dieses Umstandes nur, um einen Fehler zu corrigiren, der sehr häufig begangen wird. Die Annahme von Gerlach nämlich, dass die kleinen Zellen von den Nerven durchbohrt werden, ist nicht richtig. Man bekommt aber Bilder, welche leicht zu dieser Annahme führen können. Wenn die Faser sich mit der Zelle so verbindet, dass sie unten liegt, die Zelle aber oben, so entsteht bei einer gewissen Einstellung des Microscops mitten in der Zelle ein heller Punct, der dasselbe Lichtbrechungsvermögen besitzt wie die Faser. Es waren also Trugbilder, welche zu jener Gerlach'schen Annahme geführt haben. Die Basalfortsätze der Purkinje'schen Zellen, nachdem sie eine Zeitlang ungetheilt verliefen, theilen sich doch schliesslich; ihre feinen Zweige gehen Verbindungen mit kleinen Zellen ein. Endlich fliessen die von diesen Zellen abgehenden Fasern wieder zusammen und geben wahren Nervenfasern mit Mark und Hülle den Ursprung.

4. Die äussere feinkörnige Schicht.

Es ist bekannt, dass an der unteren Fläche dieser Schicht die Purkinje'schen Zellen liegen, welche mit ihrem Körper in dieselbe hineinragen. Es ist deshalb nicht zu verwundern, dass an Schnitten aus der unteren Partie dieser Schicht gar verschiedene Elemente angetroffen werden: Gefässe, Purkinje'sche Zellen mit ihren Ausläufern, kleine Nervenzellen und Nervenfasern. Wir glauben aber hervorheben zu müssen, dass in diesem Theile Nervenfasern sich finden, welche parallel der Oberfläche verlaufen und die Zellenfortsätze unter einem rechten Winkel schneiden. Der übrige Theil der feinkörnigen Schicht besteht fast

ausschliesslich aus peripherischen, sich theilenden Fortsätzen der Purkinje'schen Zellen. Die Blutgefässe und die in ihrer nächsten Nachbarschaft liegenden Bindegewebsfasern und die sehr spärlich hier vorkommenden Bindegewebskörperchen nehmen im Verhältniss zu den Nervenverzweigungen einen sehr kleinen Raum ein, so dass dieselben hier von geringer Bedeutung sind. Wir haben Theile dieser Schicht vor uns gehabt, welche einzig und allein aus Verzweigungen der Cylinderaxis bestanden und in denen kein anderes Gewebe sich vorfand.

Bevor wir unsere Ansicht über die Endigung der peripherischen Fortsätze aussprechen, wollen wir die Meinung anderer Forscher einer genaueren Beobachtung unterwerfen.

1. Die Ansicht Kölliker's, der die letzten Verzweigungen an der Peripherie knopfförmig endigen lässt, habe ich nicht bestätigen können. Erstens habe ich nie die feinsten Fasern weder mit Knöllchen noch mit Zellen oder Kernen sich verbinden sehen; zweitens endigen die Fortsätze nicht allein an der Peripherie der moleculären Schicht, sondern in ihrer ganzen Dicke.

2. Ein grosser Theil der neueren Beobachter, wie Gerlach, Hess, Rutkowsky, Handlich, Obersteiner, sprechen von einem Sichwiedersammeln und Umkehren der Nervenfasern von der Peripherie zu der Körnerschicht. Ich glaube, dass diese Meinung mehr aus theoretischen Gründen und aus der Anschauung von Max Schultze über Fibrillenvertheilung in der Zelle hervorgegangen ist, als dass sie sich auf directe Beobachtung stützt. Ich habe sehr fleissig nach einer solchen Endigung gesucht, aber vergebens. Die verschiedensten Methoden, die stärksten Vergrösserungen gaben mir nie Bilder, welche, selbst nur annäherungsweise, etwas gezeigt hätten, was für die Richtigkeit der oben erwähnten Ansicht gesprochen hätte.

3. Ebensowenig kann ich mich der Ansicht von Golgi anschliessen, der ausser den zurücklaufenden Nerven noch eine Verbindung der letzten Ausbreitung der peripherischen Fortsätze mit Bindegewebskörperchen annimmt. Eine solche Verbindung ist überhaupt ganz zurückzuweisen. Mir ist kein Organ und kein Gewebe im thierischen Organismus bekannt, an dem eine Verbindung der Nerven mit Bindegewebskörperchen vorgekommen wäre. Hier sollen die Bindegewebskörperchen noch ein Mittelglied zwischen nervösen Elementen bilden. Das ist schon von vorn herein ganz unwahrscheinlich. Da es aber höchst wahrscheinlich ist, dass die Meinung von Golgi, so wie jede andere histologische Anschauungsweise, sich gewiss auf irgend eine reelle Beobachtung stützt, so wäre es von Interesse, sich darüber einige Aufklärung zu verschaffen. Es kommen in der That Durchschnitte vor, an denen an der Peripherie der feingranulirten Schicht Zellen sich befinden, welche nach Innen Fortsätze absenden. Diese Zellen haben das Aussehn von, in die Substanz eingeschlagenen, Nägeln. Wir lassen unentschieden, ob Kölliker diese Zellen nicht für knopfförmige Endigung der Fortsätze angesehn hat. Thatsache aber bleibt es, dass die Fortsätze dieser Zellen zuweilen ziemlich weit in die Nervenmasse sich erstrecken. Die Zelle selbst ist nicht allemal platt, sondern nicht selten cylinderförmig. Die Zellen gehören aber nicht zu Nervenzellen, so wie auch ihr Fortsatz einen ganz anderen Character darbietet als die Nervenfortsätze.

Er ist etwas glänzender, verjüngt sich an der Spitze, geht auch in keine Nervenfaser über, sondern endigt frei in dem Gewebe. Die Fortsätze der Purkinje'schen Zellen theilen sich in noch feinere Zweige, von denen die feinsten wie mit Härchen besetzt scheinen. Nichts Aehnliches findet sich an jenen Fortsätzen. Wenngleich ich den eben beschriebenen Zellen jede nervöse Natur sowohl, als auch jeden Zusammenhang mit Nervenelementen abspreche, so glaube ich doch, dass dieselben Golgi die Veranlassung zur Aufstellung seiner Meinung gegeben haben.

4. Einige Forscher beschreiben Nervenzellen und Kerne in der moleculären Schicht; andere wollen entschieden einen Zusammenhang derselben mit Nervenfortsätzen gesehn haben. In dieser letzten Beziehung sind besonders die Arbeiten von Denissenko und Sankey hervorzuheben. Beide Forscher haben zwar unabhängig von einander gearbeitet, sind aber in der Hauptsache zu einem und demselben Resultate gekommen. Sankey giebt ausserdem eine Abbildung, welche die Endigung der peripherischen Fortsätze in Zellen zeigt. Das homogene Aussehn der feingranulirten Substanz wird unterbrochen durch quergeschnittene oder in die Länge sich ziehende Gefässe, durch ausgetretene Blutkörperchen, Bindegewebszellen, querdurchschnittene Nervenzellenfortsätze. Somit finden sich genug Zellen und Kerne in der homogenen Schicht; aber wahren Nervenzellen bin ich so selten begegnet, dass ich geneigt bin, eher ihr Vorkommen für eine Ausnahme oder einen Zufall als eine Regel anzusehn. Um so befremdender war mir die Darstellung von Sankey. Die aufmerksame Betrachtung seiner Abbildung lehrt, dass dieselbe nicht vollkommen dem wahren Thatbestande entspricht. Jeder Beobachter weiss, wie unzählig gross die Verästelung der peripherischen Fortsätze ist. Hier sind dieselben sehr spärlich dargestellt. Die sich theilenden Fortsätze, besonders nach aussen hin, nehmen einen bestimmten, so zu sagen ihnen zugewiesenen Raum ein, der bei Fischen für jeden Fortsatz geringer ist als bei höheren Wirbelthieren. Auf der genannten Abbildung greift der eine Fortsatz in den anderen ein, was höchstens nur für das untere Drittel dieser Schicht zugelassen werden kann. Betrachten wir die Fig. I von Sankey, die uns einen Durchschnitt durch das kleine Gehirn bei schwacher Vergrösserung zeigt und deshalb es möglich macht einen Ueberblick des Ganzen zu erhalten, so fällt uns auch hier die im Verhältniss zur Menge der Endverzweigungen zu geringe Zahl der peripherischen Zellen auf. Die Abbildungen von Denissenko sind naturgetreuer, es ist jedoch auch an ihnen manches auszusetzen. Die peripherischen Zellen in der Fig. 3. A sind bei zu schwacher Vergrösserung gezeichnet, als dass sie dem Leser ein wahres Bild von ihrer Structur geben könnten. In der Fig. 1 sind die Fortsätze der pia mater ziemlich richtig dargestellt, dabei aber ganz ausser Acht gelassen, dass man nach der Entfernung der genannten Haut auf der Oberfläche noch ähnliche Gebilde antrifft. Wenn wir die peripherischen Zellen von Denissenko in der feingranulirten Schicht betrachten (Fig. I), so fällt uns auch die zu geringe Zahl derselben im Verhältnisse zu der unzähligen Theilung der peripherischen Zellenfortsätze auf.

Ich habe bedeutende Felder auf Durchschnitten aus Chromsäurepräparaten durch-

mustert, ohne dass ich wahre Nervenzellen finden konnte, die mit den Purkinje'schen Fortsätzen zusammenhingen. Bei Behandlung der feinen Schnitte mit Glycerin und Essigsäure oder Schwefelsäure ist es mir gelungen, die Fortsätze von der Purkinje'schen Zelle bis zur Peripherie zu verfolgen; ich sah unzählige Theilungen der Fortsätze, konnte an ihnen aber keine Zellen entdecken. An Zerzupfungspräparaten kann man oft Zellen erhalten, an denen eine grosse Zahl Fortsätze mit ihren feinsten Verzweigungen zu sehen ist, niemals finden sich aber Zellen an den Zweigen. Endlich habe ich Zerzunpfungspräparate aus der Müllerschen Flüssigkeit unter einem Schraubencompressorium untersucht. Man erhält auf diese Weise prachtvolle Bilder von Purkinje'schen Fortsätzen. Die Zellen mit ihren Fortsätzen, welche mächtigen Baumstämmen mit allen ihren Zweigen und feinsten Reisern gleichen, liegen klar vor dem Beobachter, aber Zellen konnte ich an den letzteren nicht entdecken. Auf diese Weise blieb mir nichts weiter übrig, als mich, trotz der Beobachtung der beiden genannten Autoren, gegen die Endigung der Fortsätze in Zellen zu erklären.

5. Ich finde, dass die letzten und feinsten Verzweigungen der Purkinje'schen Fortsätze frei, als feine, kaum messbare Härchen entweder einzeln oder auch in kleine, kurze Büschel geordnet endigen. Die letzteren könnten bei schwacher Vergrösserung vielleicht für Zellen gehalten werden. Eine Vereinigung der feinen Fortsätze desselben Stammes unter einander oder mit den Fortsätzen des Stammes einer anderen Purkinje'schen Zelle habe ich nicht beobachtet. Es können also hier keine wahren Nervennetze angenommen werden. Jeder Fortsatz mit seinen Verzweigungen endigt allein für sich.

Die freie Endigung der Purkinje'schen Fortsätze hat für uns nicht allein nichts Befremdendes, im Gegentheil wir finden analoge Endapparate in verschiedenen Theilen des thierischen Organismus. Frei endigen die Nerven in der Oberhaut, in der Cornea, im Leuchtapparate der Insecten, in quergestreiften Muskeln, in der Zahnsubstanz u. s. w.

Die Nervenfasern verzweigen sich also sowohl an der Peripherie des Körpers als auch in nervösen Centralapparaten; die Centren derselben oder Knotenpuncte bleiben wie zuvor die Nervenzellen.

Wenn wir nun im Grossen und Ganzen die feine Structur der nervösen Centralapparate des Rückenmarks und der verschiedenen Theile des Hirns überblicken, so finden wir überall, dass neben den grossen multipolaren Zellen kleine vorkommen, die mit denselben sich verbinden. Wir finden ferner Fortsätze, die theils in Fasern übergehen, theils sich fein verzweigen. Sowohl die Deiters'schen Fortsätze, als auch die echten Nervenfasern sind überall aus einer mehr oder weniger grossen Anzahl von Primitivfibrillen zusammengesetzt.

Ein constantes Vorkommen der kleinen nervösen Zellen in Gemeinschaft mit den grossen, ein oft festgestellter Zusammenhang beider nervösen Elemente mit einander, drängt uns zur Annahme, dass dieser Zusammenhang eine unentbehrliche Nothwendigkeit zur physiologischen Function der Centraltheile bildet, denn wir finden dasselbe Schema der Anordnung nervöser Elemente, mögen wir das Rückenmark, die Grosshirnrinde, das kleine Gehirn oder die lobi olfactorii untersuchen.

Erklärung der Abbildungen.

Fig. 1. Grosse Nervenzelle aus der Hirnrinde; *a*, peripherischer Fortsatz; *b* und *c*, die beiden seitlichen Fortsätze; *d*, der Kern, der in dieser Zelle eine sternförmige Gestalt hat.

Fig. 2. *a*. Der peripherische Spitzenfortsatz; *b*, der Zellenkörper. Sowohl in ihm, als in den Fortsätzen sind Primitivfibrillen deutlich zu sehn; *c*, ein runder Kern mit Kernkörperchen; *d*, die seitlichen sich theilenden Fortsätze; *e*, eine in die Nerven übergehende Cylinderaxis.

Fig. 3. Die äusserste Spitze eines peripherischen oder Spitzenfortsatzes.

Fig. 4. Eine Nervenzelle von mittlerer Grösse; *a*, der Spitzenfortsatz; *b*, der Basalfortsatz; *c* und *d*, seitliche Fortsätze.

Fig. 5. *a*. Der Spitzenfortsatz, dessen Zweige abgerissen sind; *b*, die Cylinderaxis; *c*, der seitliche Fortsatz; *d*, der Basalfortsatz, dick und stark, sich verzweigend.

Fig. 6. An dieser Zelle sieht man, dass der Spitzenfortsatz, *a*, sich in eine Unzahl feiner Aeste theilt; *b*, der Basalfortsatz; *c*, dünne, von dem Körper der Nervenzelle abgehende Fortsätze.

Fig. 7. Ebenfalls eine Nervenzelle aus der Rindenschicht, die bipolar erscheint und deren Basalfortsatz ziemlich dick und deren Kern oval ist.

Fig. 8. Eine Nervenzelle aus der Rindenschicht des Kalbes. Mit einer grossen Zelle, *a*, steht eine kleinere, *b*, in Verbindung.

Fig. 9. *a*. Der peripherische Fortsatz; *b*, der Basalfortsatz; *c*, der in die Nervenfaser übergehende Fortsatz.

Fig. 10. *a*. Der peripherische Fortsatz; *b*, ein in eine Nervenfaser übergehender Fortsatz. Man sieht in demselben wie die Primitivfibrillen in der Umgebung des Kerns ihren Ursprung nehmen; *c*, die sich theilenden Basalfortsätze.

Fig. 11. An dieser Zelle hat sich der Spitzenfortsatz mit seinen feinsten Verzweigungen besonders schön erhalten.

Fig. 12. Eine pyramidale Zelle, an der die vier Hauptfortsätze zu sehen sind. Nur die beiden seitlichen Fortsätze sind nach unten gerichtet anstatt mehr horizontal zu verlaufen. Die gewöhnlich vorkommende Form der pyramidendenförmigen Zellen ist aus der Abbildung von Arndt, Meynert und anderen hinlänglich bekannt; ich habe versucht, diejenigen Zellen aus meinen Präparaten abzubilden, die irgend eine Abweichung darbieten. Die Präparate sind alle aus der grauen Substanz des Grosshirns vom Ochsen genommen. Ganz ähnliche Zellen kommen auch im Gehirne anderer Thiere und des Menschen vor.

Fig. 13. Eine pyramidenförmige Zelle aus den vorderen Hörnern des Froschrückenmarks nach der Zeichnung von D. Karabanowitsch. In seiner Arbeit sind auch Zellen mit vier Hauptfortsätzen aus demselben Organe abgebildet.

Fig. 14. *a*. Eine Purkinje'sche Zelle aus dem Kleinhirn des Ochsen; *b*, der Kern mit Kernkörperchen; *c*, der peripherische Fortsatz; *d*, der centrale Fortsatz; *e*, Verzweigungen desselben; *f*, kleine Nervenzellen aus der Körnerschicht.

Fig. 15. Eine ähnliche Zelle, an der die Verzweigungen des peripherischen Fortsatzes, *a*, gut zu sehen sind; *b*, ist der centrale Fortsatz, dessen Theilungen der Zelle ebenfalls gut sichtbar sind.

Literaturverzeichniss.

Purkinje. Bericht über die Versammlung deutscher Naturforscher in Prag. 1837.

Ph. Owsjannikow. Disquisitiones microscopicae de medullae spinalis textura. Dorpati. 1854.

Jakubowitsch und Owsjannikow. Microscopische Untersuchungen über die Nervenursprünge im Gehirn. Bull. de la classe phys. mathémat. de l'Acad. Imp. de St.-Pétersbourg. T. XIV. 1855.

Gerlach. Beiträge zur Structurlehre der Windungen des Kleinhirns. Microscopische Studien aus dem Gebiete der menschl. Morphologie. Erlangen. 1858.

Rutkowsky. Ueber die graue Substanz der Hemisphären des Kleinhirns. Dorpat. 1861.

Stieda. Ueber das Rückenmark und einzelne Theile des Gehirns von Esox Lucius. Dorpat. 1861.

Owsjannikow. Recherches sur la structure intime du système nerveux des crustacés. Annales des sciences natur. XV. 1862. Paris.

Waldeyer. Untersuchungen über den Ursprung und den Verlauf des Axencylinders bei Wirbellosen und Wirbelthieren. Ztsch. f. rat. Med. Bd. 20. 1863.

Stieda. Zur vergleichenden Anatomie und Histologie d. Cerebellum. Reichert's Archiv 1864.

Owsjannikow. Ueber die feinere Structur des Kleinhirns der Fische. Bull. de la classe phys. mathém. de l'Acad. Imp. de St.-Pétersbourg. T. VII. 1864.

Th. Meynert. Der Bau der Grosshirnrinde und seine örtlichen Verschiedenheiten, nebst einem pathologisch-anatomischen Corollarium. Vierteljahrsschrift für Psychiatrie. B. I. 1867.

R. Arndt. Studien über die Architektonik der Grosshirnrinde des Menschen. M. Schultze's Archiv f. microscop. Anat. Band 4. 1868.

Deiters. Untersuchungen über Gehirn und Rückenmark. Herausgegeben von M. Schultze. 1868.

M. Schultze. Observat. d. struct. rellat. fibrarumque nerv. Bonnae. 1868.

Koschewnikoff. Axencylinderfortsatz d. Nervenz. im Kleinhirn d. Kalbes. M. Schultze's Arch. f. microsc. Anat. B. VI. 1869.

R. Arndt. Bemerkungen über den Ganglienkörper d. Grosshirnrinde d. Menschen. M. Schultze's Archiv f. microsc. Anat. B. 6. 1870.

Handlich. Untersuchungen über die Kleinhirnrinde d. Menschen. M. Schultze's Arch. f. microsc. Anat. Band 6. 1870.

Obersteiner. Beiträge zur Kenntniss v. fein. Bau d. Kleinhirnrinde mit besonderer Berücksichtigung d. Entwickelung. Wiener Sitzungsber. Bd. LXX. II Abt. 1870.

Cleland. The grey matter of the cerebral convolutions. Quarterly Journal of microscopical Science. London. 1870.

Meynert. Vom Gehirn der Säugethiere. Stricker's Handbuch d. Gewebel. 1871.

M. Schultze. Allgemeines über die Structurelemente des Nervensystems. Stricker's Hndb. d. Gewebel. 1871.

Henle. Handbuch der system. Anatomie d. Menschen. 1871.

Карабановичъ. О строеніи спиннаго мозга лягушки. Труды С.-Петерб. Общ. Естествоиспытателей. T. III. 1871. (D. Karabanowitsch. Ueber die Structur des Froschrückenmarks. Arbeiten der St. Petersburger Naturforschergesellschaft. B. III. 1872.)

Böll. Histologie und Histogenese d. nervösen Centralorgane. Arch. f. Psychiatrie. B. IV. 1874.

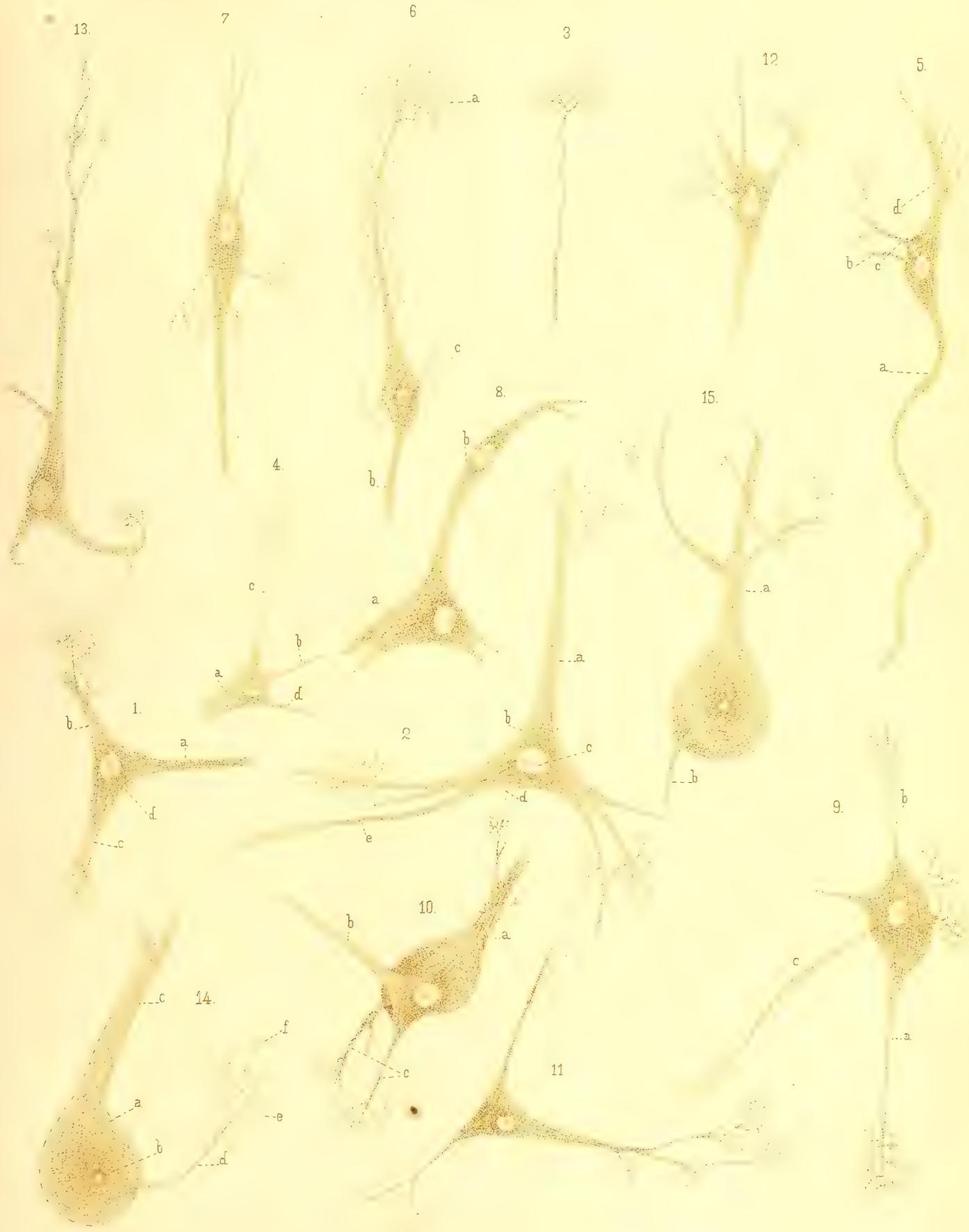
Golgi. Sulla struttura della sostanza grigia del cerevelle. Centralb. f. med. Wissen. 1873.

Golgi. Sulla fina anatomia d. cervelleto umano. Centralbl. f. med. Wissen. 1874.

Owsjannikow et Weliky. Recherches expérimentales sur quelques propriétés fonctionelles du cervelet. Bulletin d. l'Acad. Impér. d. sciences de St.-Pétersbourg. T. IX. 1875.

O. Sankey. A new process for examining the structure of the brain. With a review of some points in the Histologie of the Cerebellum. Quarterly Journal of microsc. science. 1876.

G. Denissenko. Zur Frage über den Bau d. Kleinhirnrinde bei verschiedenen Classen von Wirbelthieren. Arch. f. microsc. Anat. B. XIV. 1877.



Metallographie v. Elvanson.
Nikolajewska № 9 St Petersburg

BEKANNTMACHUNG

der Kaiserlichen Akademie der Wissenschaften.

Als im Jahre 1847, bald nach Rückkehr des Herrn Dr. A. Th. von Middendorff von seiner sibirischen Reise, seitens der Akademie der Wissenschaften die Herausgabe seiner Reisebeschreibung in deutscher Sprache begann, wurde, einfacherer Berechnung wegen, für jeden Band derselben, ohne Rücksicht auf seinen Umfang und die Zahl der in ihm enthaltenen Tafeln, einförmig der Preis von 5 Rub. 40 Kop. (6 Thlr.) bestimmt. Gegenwärtig kann das Werk, ungeachtet einer Lücke im zweiten Bande, als vollendet betrachtet werden, und zwar enthält dasselbe 16 Lieferungen, die zu 4 Bänden zusammengestellt sind. Da jedoch der Inhalt des Werkes ein sehr mannigfaltiger und fast jede der Lieferungen einer besonderen Specialität gewidmet ist, so hat die Akademie, um die verschiedenen Theile des Werkes den betreffenden Fachgelehrten zugänglicher zu machen, die Bestimmung getroffen, dass von nun an wie die Bände so auch die Lieferungen einzeln im Buchhandel zu haben sein sollen, und zwar zu den folgenden, nach Umfang und Zahl der Tafeln normirten Preisen.

Dr. A. Th. v. Middendorff's Reise in den äussersten Norden und Osten Sibiriens während der Jahre 1843 und 1844 mit Allerhöchster Genehmigung auf Veranstaltung der Kaiserlichen Akademie der Wissenschaften zu St. Petersburg ausgeführt und in Verbindung mit vielen Gelehrten herausgegeben. 4 B^{de} in 4^{0} (1847 -- 1875).

	Silber.		Reichsm.	
	Rbl.	K.	Mrk.	Pf.
Bd. I. Th. I. Einleitung. Meteorologische, geothermische, magnetische und geognostische Beobachtungen. Fossile Hölzer, Mollusken und Fische. Bearbeitet von K. E. von Baer, H. R. Göppert, Gr. von Helmersen, Al. Graf. Keyserling, E. Lentz, A. Th. v. Middendorff, W. v. Middendorff, Johannes Müller, Ch. Peters. Mit 15 lith. Tafeln. 1848. LVI u. 274 S.	3	45	11	50
Bd. I. Th. II. Botanik. **Lf. 1.** Phaenogame Pflanzen aus dem Hochnorden. Bearbeitet von E. R. v. Trautvetter. 1847. Mit 8 lithogr. Tafeln. IX u. 190 S.	2	25	7	50
Lf. 2. Tange des Ochotskischen Meeres. Bearb. von F. J. Ruprecht. 1851. Mit 10 chromolithogr. Tafeln. (Tab. 9 — 18.) S. 193 - 435	3	95	13	20
Lf. 3. Florula Ochotensis phaenogama. Bearbeitet von E. R. v. Trautvetter und C. A. Meyer. Musci Taimyrenses, Boganidenses et Ochotenses nec non Fungi Boganidenses et Ochotenses in expeditione Sibirica annis 1843 et 1844 collecti, a fratribus E. G. et G. G. Borszczow disquisiti. Mit 14 lithogr. Tafeln. (19—31.) 1856. 148 S.	2	45	8	20
Bd. II. Zoologie. **Th. I.** Wirbellose Thiere: Annulaten. Echinodermen. Insecten. Krebse. Mollusken. Parasiten. Bearbeitet von E. Brandt, W. F. Erichson, Seb. Fischer, E. Grube. E. Ménétriès, A. Th. v. Middendorff. Mit 32 lith. Tafeln. 1851. 516 S. (Beinahe vergriffen.)	7	35	24	50
Th. II. Lf. 1. Wirbelthiere. Säugethiere, Vögel und Amphibien. Bearb. von Middendorff Mit 26 lithogr. Tafeln. 1853. 256 S. (Vergriffen.)	6	35	21	20
Bd. III. Ueber die Sprache der Jakuten. Von Otto Böhtlingk. **Th. I. Lf. 1.** Jakutischer Text mit deutscher Uebersetzung. 1851. 96 S.	—	80	2	70
Lf. 2. Einleitung. Jakutische Grammatik. 1851. S. LIV u. 97—397	2	30	7	70
Th. II. Jakutisch-deutsches Wörterbuch. 1851. 184 S.	1	40	4	70
Bd. IV. Sibirien in geographischer, naturhistorischer und ethnographischer Beziehung. Bearbeitet von A. v. Middendorff. **Th. I.** Uebersicht der Natur Nord- und Ost-Sibiriens. **Lf. 1.** Einleitung. Geographie und Hydrographie. Nebst Tafel II bis XVIII des Karten-Atlasses. 1859. 200 S. und 17 Tafeln des Atlasses	3	15	10	50
Lf. 2. Orographie und Geognosie. 1860. S. 201—332. (Vergriffen.)	1	10	3	70
Lf. 3. Klima. 1861. S. 333—523 u. XXV	1	70	5	70
Lf. 4. Die Gewächse Sibiriens. 1864. S. 525—783 u. LVI	2	45	8	20
Th. II. Uebersicht der Natur Nord- und Ost-Sibiriens. **Lf. 1.** Thierwelt Sibiriens. 1867. S. 785—1094 u. XIII	2	50	8	30
Lf. 2. Thierwelt Sibiriens (Schluss). 1874. S. 1095—1394	2	30	7	70
Lf. 3. Die Eingeborenen Sibiriens (Schluss des ganzen Werkes). 1875. S. 1395—1615. Mit 16 lith. Tafeln	3	25	10	80

MÉMOIRES
DE
L'ACADÉMIE IMPÉRIALE DES SCIENCES DE ST.-PÉTERSBOURG, VII^E SÉRIE.
TOME XXVI, N° 12.

VERGLEICHEND HISTIOLOGISCHE UNTERSUCHUNG
DER
GRAMINEEN- UND CYPERACEEN-WURZELN
INSBESONDERE DER
WURZEL-LEITBÜNDEL.

VON

J. Klinge, Cand. botan.

Mit 3 Tafeln.

(*Lu le 5 Septembre 1878.*)

SMITHSONIAN DEPOSIT APR 3

ST.-PÉTERSBOURG, 1879.

Commissionnaires de l'Académie Impériale des sciences:

à St.-Pétersbourg: MM. Eggers et C^ie, J. Issakof et J. Glasounof;

à Riga: M. N. Kymmel;

à Leipzig: M. Léopold Voss.

Prix: 85 Kop. = 2 Mrk. 80 Pf.

MÉMOIRES
DE
L'ACADÉMIE IMPÉRIALE DES SCIENCES DE ST.-PÉTERSBOURG, VII^E SÉRIE.
TOME XXVI, N° 12.

VERGLEICHEND HISTIOLOGISCHE UNTERSUCHUNG

DER

GRAMINEEN- UND CYPERACEEN-WURZELN

INSBESONDERE DER

WURZEL-LEITBÜNDEL.

VON

J. Klinge, Cand. botan.

Mit 3 Tafeln.

(*Lu le 5 Septembre 1878.*)

ST.-PÉTERSBOURG, 1879.

Commissionnaires de l'Académie Impériale des sciences:

à St.-Pétersbourg:
MM. Eggers et C^ie^, J. Issakof et J. Glasounof;

à Riga:
M. N. Kymmel;

à Leipzig:
M. Léopold Voss.

Prix: 85 Kop. = 2 Mrk. 80 Pf.

Imprimé par ordre de l'Académie Impériale des sciences.

Mars 1879. C. Vesséłofski, Secrétaire perpétuel.

Imprimerie de l'Académie Impériale des sciences.
(Vass.-Ostr., 9 ligne, № 12.)

Seinem hochverehrten Lehrer,

Prof. Dr. Edmund Russow,

in Dankbarkeit,

der Verfasser.

Vorwort.

Wiewohl die Wurzeln der Monocotyledonen oft und besonders in letzter Zeit Gegenstand von Untersuchungen in vergleichend histiologischer, anatomischer und physiologischer Weise waren, so ist dieses Gebiet der botanischen Forschung keineswegs erschöpft, sondern es steht hier noch so manche Frage offen, und harrt ihrer Beantwortung.

Nachstehende Blätter sind auch nur ein geringer Beitrag zur weiteren Kenntniss der Monocotyledonen-Wurzeln. Sie beschränken sich nur auf den Vergleich des anatomischen Baues zweier nahestehender monocotyler Familien, die durch die Voruntersuchungen van Tieghems und durch die Entdeckung eines eigenthümlichen Stellungsverhältnisses des Xylems durch denselben Forscher von besonderem Interesse geworden sind. Nachstehende Arbeit hat demnach neben einer vergleichend histiologischen Untersuchung der Gramineen- und Cyperaceen-Wurzeln die Aufgabe: das von van Tieghem entdeckte abweichende Stellungsverhältniss des Xylems zu verfolgen und an einem reichen Untersuchungsmateriale zu constatiren.

Je mehr Formen wir in den Untersuchungskreis ziehen, um so mehr dürfen wir darauf rechnen, generelle Verschiedenheiten zu finden. Dass in vorliegender Arbeit auch dieser Anforderung nicht völlig Genüge geleistet, muss offen bekannt werden, aber auch die Hoffnung ausgesprochen werden, dass sie, wenn auch nicht Alles, so doch Einiges feststellt. Ein Vergleich der von van Tieghem untersuchten Gramineen- und Cyperaceen-Wurzeln und meines weit grösseren Untersuchungsmateriales in Bezug auf die Zahl der untersuchten Arten berechtigt mich zu dieser Hoffnung.

Von dieser geleitet betrachte ich meine Arbeit nur als einen Beitrag zur Lösung der gestellten Frage. Die völlige Lösung hätte erst dann erhofft werden können, wenn Alles, was es auf Erden an Gramineen und Cyperaceen giebt, zur Untersuchung vorläge. Das Unmögliche dieser Anforderung liegt auf der Hand, doch gerade darum glaubte ich das Möglichste wenigstens thun zu müssen.

Die hier einschlägige Litteratur, soweit sie den anatomischen Bau der Gramineen- und Cyperaceen-Wurzeln betrachtet, bezieht sich meist, mit Ausnahme der Arbeiten von van Tieghem, Russow und Duval-Jouve, auf allgemeine Charakteristiken, wie solches in den Handbüchern der Fall ist, oder sie beantwortet Fragen über den Wurzelbau, die ausserhalb der Aufgabe stehen. Ich gebe hier im Nachstehenden ein vollständiges Verzeichniss der von mir benutzten Litteratur, um einestheils zu zeigen, auf wie wenig vorhandenes litterärisches Material ich mich stützen konnte, anderentheils, um die dürftige Beschaffenheit dieses an sich schon geringen Materials darzulegen:

1. M. Ph. van Tieghem: Recherches sur la symétrie de structure des plantes vasculaires (Annales des sc. natur. Tom. XIII. Paris. 1870. La Racine). Worin unter den Wurzeln der Monocotyledonen besonders beschrieben worden: Triticum sativum, Secale cereale, Zea Mays, Sorghum vulgare, Coix lacryma, Hordeum bulbosum, Paspalum Michauxianum, Cyperus longus und Carex brizoides, mit besonderer Bezugnahme der Entstehung der Nebenwurzeln. Beigegeben sind Abbildungen von Triticum sativum, Zea Mays, Paspalum Michauxianum und Carex brizoides. Zum Schluss folgt ein Vergleich des Stellungsverhältnisses des Xylems der Gramineen- und Cyperaceen-Wurzeln mit den Wurzeln der übrigen Monocotyledonen (pag. 140—146).
2. J. Sachs: Lehrbuch der Bot. (4. Aflg. Leipzig. 1874). Neben allgemeinen Bemerkungen über den Wurzelbau, die Entwickelung und Fortbildung von Zea Mays (pag. 146, 148, 152).
3. W. Hofmeister: Allg. Morph. d. Gewächse (Handb. der physiolog. Bot. Leipzig. 1868) Scutellenbildung bei Secale und Oryza (p. 424), und Gallerte bei Secale (p. 425).
4. H. Schacht: Lehrb. der Anat. und Phys. d. Gewächse. 1859. Th. II. Allgemeine Beschreibung aller Wurzeln (p. 137—177).
5. R. Caspary: Ueber die Gefässe der Pflanzen. (Vorläufige Mittheilungen in Monatsberichten der Akad. der Wissensch. zu Berlin. 1862). Es werden hier die Gefässe in den Wurzeln von Carex Oederi, Scirpus lacustris, Phragmites communis und Zea Mays beschrieben.
6. C. Naegeli und H. Leitgeb: Entstehung und Wachsthum der Wurzeln (in den Beiträgen zur wissensch. Bot. von C. Naegeli. Leipzig. 1868, Heft IV). Oryza sativa (Nebenwurzelentwickelung) pag. 141, Tab. XX, fig. 6—14.
7. S. Schwendener: Das mechanische Princip der Monocotyledonen. Leipzig. 1874.

8. M. Treub: Le méristème primitif de la racine dans les Monocotylédones. (in: musée botanique de Leide. Leiden. 1876).
9. P. Falkenberg: Vergleichende Untersuchungen über den Bau der Vegetationsorgane der Monocotyledonen. (Stuttgart. 1876). Von Scirpus palustris findet die Wurzel (pag. 122) eine kurze Berücksichtigung, dann, nach Holle, die Xylembildung von Arundinaria falcata (pag. 194).
10. Edm. Russow I: Vergleichende Untersuchungen der Leitbündelkryptogamen, Petersburg 1872.
11. Edm. Russow II: Betrachtungen über das Leitbündel- und Grundgewebe. Dorpat. 1875. Neben vielen in meine Arbeit einschlägigen Notizen, wird hier das abweichende und normale Stellungsverhältniss von 21 Gramineen- und Cyperaceen-Wurzeln beschrieben (pag. 54)[1]).
12. Duval-Jouve: Étude histotaxique des Cyperus de France. (Bull. de la soc. bot. de France. tome XI, pag. 347—408). Die zehn in Frankreich vorkommenden Cypereen: Cyperus globosus, Cyp. flavescens, Cyp. fuscus, Cyp. vegetus, Cyp. rotundus, Cyp. aureus, Cyp. longus, Cyp. serotinus, Cyp. distachyos und Galilea mucronata werden zu histotaxischen Zwecken in groben Zügen anatomisch beschrieben.

    Anknüpfend an das von van Tieghem entdeckte Stellungsverhältniss des Xylems, kündigte Duval-Jouve in obiger Abhandlung die nähere Untersuchung dieses Themas an mit den Worten: «ce sera le sujet d'un autre travail». Aus diesem Grunde zögerte ich auch mit der Veröffentlichung nachstehender Blätter, in der Hoffnung auf das baldige Erscheinen der von Duval-Jouve angekündigten Arbeit. Leider ist bisher die Untersuchung des Stellungsverhältnisses des Xylems von Duval-Jouve durch den Druck noch nicht bekannt geworden.

---

1) Wenn ich im Nachstehenden bei den von Professor Russow untersuchten 21 Wurzelarten nicht den Autor citire, wie ich es immer bei den von den übrigen Autoren untersuchten Wurzeln gethan habe, so liegt der Grund darin, dass ich einestheils die meisten Arten selbst untersuchte, und dann, dass mir die Präparate von Prof. Russow freundlichst zur Verfügung gestellt waren.

Dorpat. August 1878.

Erster Abschnitt.

Beschreibung der Gewebe und Elemente der Gramineen- und Cyperaceen-Wurzeln.

A. Hautgewebe.

Epidermis. «Die Epidermis fehlt keiner Wurzel!» Aus dem Dermatogen hervorgegangen, behält die Epidermis meist die auf Querschnitten sich zeigende hexagonale Form ihrer Zellen auch nach dem Absterben. Die in jugendlichen Entwickelungsstadien auf Längsschnitten tafelförmigen, neben einander liegenden Epidermiszellen werden später meist zu lang ausgezogenen, oben und unten abgestutzten Fasern, die in einem interstitienlosen Zusammenhange stehen.

Die Epidermiszellen unterscheiden sich von den auf Querschnitten nach Innen liegenden Rindenzellen meist durch ihr grösseres Lumen (Vergl. Taf. I, fig. 15, 16, 19; Tab. II, fig. 23, 24, 25), durch grössere Streckung in radialer Richtung und durch die dünnwandige Beschaffenheit ihrer Membranen. Oft aber liegt unter der Epidermis eine Rindenschicht, gleichfalls von grossen hexagonalen, dünnwandigen Zellen gebildet, die sich in ihrem Bau nicht wesentlich von der Epidermis unterscheidet, die aber genetisch in keinem Zusammenhange mit ihr steht. (Vergl. weiter unten: Aussenrinde). Eine solche äusserste, der Epidermis gleichgebildete Rindenschicht zeigen nachstehende Gramineen-und Cyperaceen-Wurzeln: Anthoxanthum, Setaria, Alopecurus, Agrostis, Deyeuxia, Phragmites, Gynerium, Bambusa, Molinia, Triticum polonicum, Nardus, Saccharum, Imperata, Erianthus, Carex (hordeiformis, globularis, loliacea, stellulata, sparganioides, teretiuscula, dioica), Eriophorum, Scirpus und Heleocharis (Taf. II, fig. 21 a).

Den Unterschied zwischen der Epidermis und der ähnlich gebildeten Rindenschicht macht die Anwendung von Chlorzinkjod klar, die jede dieser beiden Schichten verschieden färbt: während die Epidermis immer bräunlich tingirt erscheint, wird diese Rindenschicht meist gelblich gefärbt. Bei Anthoxanthum odoratum wird die Rindenschicht, bei Carex dioica dagegen die Epidermis violett gefärbt. Auch liegt schon in der ursprünglichen Färbung dieser beiden Schichten, der Epidermis und der äussersten Rindenschicht, oft ein Unterscheidungsmerkmal.

In den seltensten Fällen erscheinen die Epidermiszellen englichtiger und ihre Membranen verdickter als die Zellen der auf dem Querschnitt nach Innen liegenden Rindenschicht, wie z. B. bei Cinna mexicana und den Nebenwurzeln von Phragmites communis

(Taf. I, fig. 13 und 14). Die Wurzel 1ster Ordnung von Phragmites communis (Taf. II, fig. 22) hat dagegen eine Epidermis, deren Zellen grösser sind als die der nach Innen liegenden Rindenschicht. Grosse und zarte Epidermiszellen haben Scirpus und Eriophorum (Tab. II, fig. 23), und ganz besonders grosse, die grössten, die mir zu Gesicht gekommen sind, zeigt Eriophorum alpinum. Aus englichtigen, dünnwandigen Zellen besteht die Epidermis von Holcus lanatus. Hordeum vulgare hat auch recht englichtige, aber höchst unregelmässig angeordnete Epidermiszellen (Tab. III, fig. 26).

In den meisten Fällen wird die Epidermis in alten Entwickelungsstadien vollständig zerstört, und oft die darunterliegenden Rindenschichten, wie bei Oryza, Zea und bei vielen anderen Gramineen und Cyperaceen, oder sie bildet mit den nächsten Rindenschichten ein verworrenes Geflecht; ob hier eine Korkbildung vor sich geht, habe ich nicht beobachten können.

Gallerte. Die Aussenfläche aller jungen Wurzeltheile wird von einer klaren, hyalinen Masse umkleidet, in der man deutlich auf Querschnitten eine Fortsetzung der Radialmembranen der Epidermis und dunklere Querstreifen bemerkt. Sie ist im Durchschnitt geringer als der Durchmesser der Epidermiszellen, wie solches immer bei den Carices der Fall ist, oder sie kann dieselben auch an Mächtigkeit übertreffen, wie bei Poa nemoralis, wo diese Aussenschicht den Durchmesser der Epidermiszellen um das Dreifache übertrifft. Nach Hofmeister[1]) quillt eine äussere Schicht der Aussenfläche des untersten Theils der Wurzel zu Gallerte auf, welche das obere Ende der Wurzelhaube leicht ablöst und, nachdem letzteres geschehen, sich in der Bodenflüssigkeit vertheilt (Taf. II, fig. 24 und 25).

Die Abbildungen 24 und 25 auf Taf. II weisen in dem schwach contourirten, ausserhalb der Epidermis liegenden Theil die Erscheinung der Gallertbildung auf. Der Querschnitt von Carex Pseudocyperus (fig. 24) liess noch einige zusammenhangslose Wurzelhaubenzellen erkennen, die, um Raum zu sparen, fortgelassen wurden. Dagegen liegt der Querschnitt von Heleocharis palustris (fig. 25) ausserhalb der Region der ältesten Wurzelhaubenzellen und die Vertheilung der Gallerte nimmt hier schon ihren Anfang.

Haare. «Die Epidermiszellen wachsen häufig zu langen, dünnwandigen, schlauchförmigen Ausstülpungen, den Wurzelhaaren, aus, die durch Spitzenwachsthum sich verlängern, und an ihrem Ende alle keulenförmig oder kugelig erweitert sind, während gleichzeitig an der Basis der Haare eine geringe Erweiterung stattfindet[2]).» (Siehe Taf. I, fig. 19 h_2).

Der gewöhnliche Bau der Wurzelhaare der Gramineen und Cyperaceen entspricht vollständig dieser Beschreibung, wie wir es auch in den Fig. 1 h_3 und Fig. 19 h_2 auf Taf. I sehen, aber durch Krümmungen und Biegungen erhalten die Wurzelhaare oft ein verworrenes Ansehen und wo sie dicht zusammenstehen hinterlassen sie den Eindruck eines

1) Allg. Morph. d. G., Oryza, pag. 425.
2) Sachs. Lehrb. 4. Aflg. pag 164.

verfilzten Geflechtes oder eines regellosen Ineinandergreifens, gleich Pilzhyphen. Die einzelnen Haare selbst lassen oft eine Quertheilung wahrnehmen und man könnte dieselben für mehrzellig erklären, was aber strict im Widerspruche mit dem bisher ausnahmslos Beobachteten steht, dass die Wurzelhaare stets einzellig sind. Auch verwahre ich mich gegen die Behauptung, mehrzellige Wurzelhaare beobachtet zu haben, sondern schreibe das Gegliedertsein in mehrere Räume solcher eigenthümlich gebildeten Haare folgenden Ursachen zu:

Vorzüglich sind es Wurzelhaare bei Carex vulgaris, C. stricta und C. caespitosa, auch bei Agropyrum giganteum, Eulalia japonica, Cyperus alternifolius und bei anderen (Taf. I, fig. 1 und 2 *a*—*g*), die eine Quertheilung erkennen lassen, und deren Querwände bei durchfallendem Lichte wie deutliche Membranen zweier verschiedener Räume erscheinen. Diese Erscheinung ist jedoch durch zwei Ursachen veranlasst: einmal durch Drehung oder Krümmung des betreffenden Wurzelhaars und dann durch den eingetrockneten Inhalt. Die Abbildungen fig. 1 h_4, fig. 2 c, f, g, sind die Belege für erstere Erscheinung und was die Fig. *f* und *g* anlangt, so zeigen diese dasselbe Object, aber nur bei verschiedener Einstellung des Mikroskops.

Das merkwürdige Aufsetzen eines Haartheils auf den andern (fig. 1 h_4) kann auch durch den Schnitt veranlasst sein, indem in diesem Falle das Messer eine Kniestelle oder eine bauchige Anschwellung oder Ausstülpung des Haares fortgeschnitten oder durchschnitten hat.

Wie man in den Haaren (fig. 1 h_1, h_2, h_3) einen an einigen Stellen angehäuften Inhalt bemerkt, der gewöhnlich kurz vor dem Absterben des Haargebildes erscheint, so trocknet derselbe bei völlig abgestorbenen Haaren in mannigfaltiger Weise ein, indem derselbe bald in Bändern und Schnüren in der Längsrichtung sowohl, als in der Querrichtung zur Länge des ganzen Haares als blosse Verdickungsleiste auftritt, oder bald den Innenraum des Haares vollständig abtheilt, oder auch nur das kugelige Ende des Haares ausfüllt, wie wir es in den Figuren 2 *a*, *b*, *c*, *d* sehen.

Das Lumen der Haarzelle ist bei genauer Einstellung weniger lichtbrechend und ebenso sind die Verdickungen und Quertheilungen im Innern des Wurzelhaars dunkler gelb gefärbt und zuweilen auch weniger lichtbrechend (fig. 2 *c*), als die eigentliche Zellwand des Haares. Eine eigenthümliche stark lichtbrechende Linie inmitten einer solchen Verdickung, besser Verdichtung, wurde einige Male beobachtet (fig. 2*a*) und diese helle Zone mag sich durch andere chemische Zusammensetzung, d. h. durch geringen Wassergehalt, von den übrigen Theilen der Verdichtung unterscheiden.

Nach Casparrini[1]) sollen sich die Wurzelhaare von Poa annua öffnen. Die Bemerkung freilich habe ich bei vielen in meinen Untersuchungen vorgekommenen Haargebilden gemacht, dass sie an der Spitze geöffnet waren, will dabei aber nur behaupten, dass solches

1) Schacht. Th. II, pag. 164.

durch Abreissen der kugeligen Spitze bei unvorsichtigem Herausziehen aus dem Erdreich geschehen ist.

Nachdem die Zellen aller vorkommenden Gewebearten im Körper der Wurzel ihre vollständige Ausbildung erfahren haben, verschwinden auch die Haare [1]).

B. Rindengewebe.

Rinde [2]). Nach Schacht [3]) lässt die Rinde bei der Mehrzahl der phanerogamen Wurzeln zwei Theile unterscheiden: eine Aussen- und eine Innenrinde, die durch eine mehr oder weniger scharf ausgeprägte concentrische Grenze getrennt sind. Nicht nur lässt sich mit Evidenz bei den Gramineen- und Cyperaceen-Wurzeln eine solche Aussen- und Innenrinde nachweisen, sondern es scheint sogar in manchen Fällen geboten, noch schärfere Unterschiede mehrfacher Rindenschichten zu machen. So zeigt sich bei den meisten hier zur Untersuchung gekommenen Wurzeln eine von der Aussenrinde sowohl, als von der Innenrinde scharf abgegrenzte Mittelrinde, aber nur in ausgebildeten Entwickelungsstadien der Wurzeln. Wenn ich in Folgendem den Ausdruck: «Mittelrinde» nicht gebrauchen werde, sondern nur von Aussenrinde, von äusserer und innerer Innenrinde sprechen werde, so liegt es wohl in dem Wunsche, einerseits die technischen Ausdrücke nicht zu vermehren, andererseits aber, was vorzüglich in Betracht kommt, der Entwickelungsgeschichte der Rinde Rechnung zu tragen, da in jugendlichen Entwickelungsstadien kein Unterschied, geschweige denn eine Grenze zwischen Mittelrinde und Innenrinde besteht, und die Mittelrinde genetisch zur Innenrinde gehört. Ausserdem tritt die Mittelrinde nur in ausgebildeten Entwickelungsstadien der Wurzeln auf, und wie schon erwähnt, nicht bei allen, denn, wie wir sehen werden, giebt es eine Abtheilung, die keine Mittelrinde selbst im Altersstadium aufweist, und bei der sich auch Aussenrinde und Innenrinde nur schwach abgrenzen.

Die Bildung der Rinde der Gramineen- und Cyperaceen-Wurzeln ist eine sehr mannigfaltige, lässt sich aber auf zwei Grundtypen mit in älteren Entwickelungsstadien eintretenden Modificationen zurückführen:

1. in eine solche, deren **Aussenrinde** eine Schicht bildet, deren Zellen von polygonaler Form nicht sehr regelmässig, ohne Intercellularräume aneinander gereiht sind; deren **Innenrinde** aber, was die regelmässige Anordnung, Bildung und Form der Zellen, und was die Abgrenzung zur Aussenrinde anlangt, anders gestaltet ist, als die des folgenden Typus, indem sich hier Aussenrinde und Innenrinde nur

---

1) Vergl. Duval-Jouve pag. 350, Anmerkung 1.

2) Sachs: Grundgewebe; Naegeli: Protenchym (Epidermis und Leitbündelscheide mit eingeschlossen); Rindenparenchym, oder einfach Parenchym, wie die Rinde von vielen Autoren genannt wird.

3) Th. II, pag. 168. Vergleiche ausserdem Naegeli und Leitgeb, van Tieghem und Duval-Jouve.

durch den Mangel oder das Vorhandensein von Intercellularräumen unterscheidet, und die Innenrinde an Schichtenmächtigkeit wenig die Aussenrinde übertrifft. (Vergl. Taf. II, fig. 26)[1]).

2. in eine solche, deren **Aussenrinde** eine Schicht bildet, deren Zellen sich mehrfach tangential theilen und ohne Intercellularräume aneinanderstossen; deren **Innenrinde** in äusserst regelmässige radiale Strahlen und concentrische Kreise geordnet, eine die Aussenrinde um das Dreifache übertreffende Schicht zeigt, deren tafelförmige Zellen, zuerst auch durch Tangentialtheilungen, dann durch centripetal fortschreitende radiale Theilungen[2]) — wodurch übrigens die regelmässige Anordnung des Gewebes durchaus nicht gestört wird, — sich spaltend, zwischen sich rhombische Intercellularräume lassen, die, entsprechend der Entwickelung der Zellen, von Aussen nach Innen an Grösse abnehmen (Taf. II, fig. 24 u. 25).

Das Auseinandergehen dieser zwei typischen Rindenbildungen ist in weiteren Stadien gleich scharf zu verfolgen.

Die Aussenrinde des Rindentypus I sowohl, als **die Innenrinde des Rindentypus I** sind wiederum zweien in älteren Entwickelungsstadien auftretenden Modificationen unterworfen. Entweder persistiren sie, so dass beide sich nur durch den Mangel oder das Vorhandensein von Intercellularräumen unterscheiden, wobei sich die Aussenrindenzellen grösstentheils um ein wenig mehr verdicken, selten einen sclerenchymatischen Charakter annehmen, und das parenchymatische Gefüge der Innenrinde bis auf die innerste Lage (nicht mit der Leitbündelscheide zu verwechseln), deren Zellen sich oft verdicken, ein äusserst lockeres ist; oder sie werden beide vollständig bis auf eine oder zwei der innersten Zellreihen zerstört.

Zwischen diesen beiden Formen des Persistirens und des Zerstörtwerdens der ganzen Rinde bestehen Uebergangsformen.

Die Aussenrinde des Rindentypus II verdickt sich äusserst stark und bildet sich zu einem soliden sclerenchymatischen Cylindermantel aus. **Die Innenrinde des Rindentypus II,** gleichfalls bis zum Leitbündel nach Innen Sclerenchym von verschiedener Mächtigkeit bildend, geht, sich scharf von dem Innensclerenchym, das nicht immer vorhanden zu sein braucht, abgrenzend, in eine sehr charakteristische Mittelrinde, in die äussere Innenrinde, über, deren Parenchym durch Collabiren der Zellmembranen oder ganzer Zellparthien grosse Luftgänge bildet[3]). Doch dieses Collabiren ist auch bestimmten Gesetzen unterworfen. Das Sclerenchym der Aussen- und Innenrinde bleibt nach gewissen Zwischenräumen durch nicht collabirte Zellengänge, oder besser Zellenplatten, im Zusammenhange und nur die da-

---

1) Vergl. Duval-Jouve pag. 350.

2) Vergl. Naegeli und Leitgeb. Vergl. Duval-Jouve pag. 353: «que les deux zonules corticales ont un développement inverse; celui de l'externe étant centrifuge, et celui de l'interne centripète, (Van Tieghem l. c. p. 59).

3) Vergl. van Tieghem: méats; ferner Falkenberg pag. 122: «Lockeres Gewebe von tangential gestreckten Rindenzellen, zwischen denen sich Intercellularräume ausbilden».

zwischen liegenden Zellen collabiren ihre Membranen, aber wiederum so, dass, um den Zusammenhalt zu vergrössern, in bestimmter Gesetzmässigkeit, entweder die Tangentialmembranen allein zusammenfallen und die Radialmembranen zurückbleiben, oder umgekehrt, dass die Radialmembranen zusammenfallen und die erhaltenen Tangentialmembranen die nicht collabirten radialen Zellenstrahlen verbinden. Die erstere Erscheinung macht den Eindruck eines verschiedenstrahligen Sternes, während die andere den Eindruck des Netzes eines Spinnengewebes [1]) hinterlässt (Taf. II, fig. 22 u. 23). Sowohl bei der einen, als bei der anderen Form kommt ein vollständiges Zerstörtwerden der ganzen äusseren Innenrinde vor, mit der Erhaltung einer einzigen schmalen radial verlaufenden Zellparthie, als einziger Zusammenhalt zwischen der Aussenrinde und der innern Innenrinde (Saccharum, Erianthus, Cyperus).

Die Art und Weise des Collabirens der einzelnen Rindenzellen kann man vornehmlich an ziemlich entwickelten Wurzeltheilen, die aber eine noch nicht vollständige Ausbildung erfahren haben, verfolgen, welches Mittelstadium mit in lebhaftem Collabiren befindlichen Zellen wir an den Figuren 18 und 21 *b* sehen. Die am weitesten vorgeschrittenen Stufen des Collabirens finden wir in den nach Aussen liegenden Rindenschichten mit meist schon völlig collabirten Zellen, während den Beginn dieses Processes und die ersten Stadien der Entwickelung dieser Erscheinung wir an den mehr zum Leitbündel hin gelegenen inneren Innenrindenzellen beobachten können. Zum Voraus sei bemerkt, dass die innerste Schicht der Innenrindenzellen (auf fig. 18 und fig. 21 *b* mit 1 bezeichnet) bei keiner Gramineen- und Cyperaceen-Wurzel collabirte Zellen aufzuweisen hat.

Der tangentiale Zusammenhang auf dem Querschnitt radial übereinanderliegender Rindenzellen löst sich und schreitet strahlenförmig centripetal fort, so dass radiale Strahlen von noch zusammenhängenden und vegetirenden Rindenzellen mit solchen, deren Tangentialmembranen getrennt sind, alterniren. Durch Spannung und Streckung der erhaltenen Zellen fallen die Zellwände der tangential isolirten Zellen zusammen, bleiben nur im schwachen Zusammenhange mit den erhaltenen Zellenstrahlen und bilden eine fadenförmige Verbindung zwischen denselben. Dieses centripetale Collabiren ganzer Rindenzellenstrahlen kann nun weitere, vorher erhaltene Zellenstrahlen ergreifen, so lange bis das ganze Innenrindengewebe, wie bei fig. 23, nur noch aus acht erhaltenen Zellenstrahlen besteht, während alle übrigen Zellen collabirt noch fadenförmig einen Zusammenhang mit diesen vermitteln, und auf diese Weise das Bild eines Spinnengewebes zu Stande kommt. Bei einem grossen Theile der Gramineen- und Cyperaceen-Wurzeln findet das umgekehrte Verhältniss beim Collabiren, aber nur der einzelnen Rindenzellen statt, indem hier die Radialmembranen getrennt und die Tangentialmembranen zusammenhängend bleiben und neben den gleichfalls radial verlaufenden erhaltenen Zellenstrahlen als feinere fadenförmige Strahlen die inner-

1) Duval-Jouve pag. 350: «lambeaux arachnoides».

sten erhaltenen Innenrindenschichten mit der Aussenrindenschicht verbinden (Taf. II, fig. 22).

Bei der Abbildung von Carex caespitosa (fig. 18) kann man sich alle Uebergangs- und Zwischenformen in der Entwickelung des Collabirens zur Anschauung bringen, und sei hier noch hinzugefügt, dass der tangentiale Zusammenhang der collabirten Zellen nicht deutlich wahrzunehmen ist. Bei fig. 21 *b* (einer nicht näher bestimmten Cyperacee) dagegen erkennt man nicht nur deutlich die einzelnen collabirten Tangentialmembranen, sondern auch die Radialmembranen, an ihrer ursprünglichen Verbindungslamelle, die als feiner schwarzer Strich mitten durch eine Knotenstelle geht. Man muss in Betracht ziehen, dass die ganze Wand einer Zelle tangential collabirt ist, und da die Zellen des Rindenparenchyms mit einander nur geringen Zusammenhang haben und dieser tangential gelöst ist und nur radial persistirt, so ist nur das kurze Stück der radialen Wand, welche mit der benachbarten Zelle zusammenfällt, sichtbar und, wie oben erwähnt, erscheint diese Stelle als Knoten in den collabirten Zellfäden.

Die collabirten Zellwände liegen durchaus nicht glatt und parallel aufeinander, sondern decken sich kraus und wellig; ebenso erfahren die aus collabirten Zellen zusammengesetzten Fäden Zerreissungen und Störungen aller Art, deren Residua oft wirr und unregelmässig in die weiten Intercellularräume hineinragen; auch laufen die Zellfäden nicht parallel neben einander her, sei es in tangentialer oder radialer Richtung, sondern durch häufige Anastomosen wird das regelmässige Gefüge eines Spinnengewebes oder das eines vielstrahligen Sterns vielfach aufgehoben (Vergleiche fig. 16, 21 *a*, 22, 23).

Selbst die Zellen der erhaltenen Rindenstrahlen erfahren durch Zug- und Druckkräfte Formenänderungen. Meist wandeln sie ihre auf Querschnitten rundliche Gestalt durch Spannung und Zug in eine mehr viereckige, was nur schwach angedeutet in den Figuren 18 und 22 zum Ausdruck kommt. Duval-Jouve giebt eine diese Erscheinung betreffende Abbildung von Cyperus longus[1]).

Die Anzahl der erhaltenen radialen Zellenstrahlen ist inconstant. Duval-Jouve giebt aber jedes Mal für jede untersuchte Cyperusart speciell die Menge der persistirenden Rindenstrahlen in bestimmten Zahlen an. Er mag vielleicht das Mittel aus vielen Untersuchungsobjecten derselben Art geschöpft haben, aber immerhin sind solche Zahlenverhältnisse für histotaxische Verhältnisse nicht verwerthbar.

Anmerkung 1. Duval-Jouve sagt in seiner: Étude histotaxique des Cyperus de France, pag. 350: «La zonule externe est d'ordinaire colorée, se fibrifie même quelquefois et persiste toujours très-longtemps. Le plus souvent, au contraire, l'interne «se détruit» presque en même temps qu'elle se forme; quelques-unes des lignes rayonnantes des ses cellules se conservent, mais, à l'exception des

1) Duval-Jouve. Tab. XIX, Racines, fig. 10; ausserdem vergleiche man pag. 384, Anmerkung 1.

assises les plus internes à parois épaisses, les autres «se résorbent» principalement sur leurs faces radiales, et «se disloquent» en rapprochant leurs faces tangentielles (Pl. XIX, fig. 1—16). Cette zonule est alors toute creusée de grandes lacunes très-irrégulières, où les débris du tissu primitif pendent en lambeaux arachnoides plus ou moins concentriques, et le cylindre central flotte dans l'étui formé par la zonule externe. Souvent même, sur les racines très-âgées, cette dernière zonule «se détruit», et il ne subsiste que le cylindre central dénudé». Ferner bildet Duval-Jouve beinahe natürlich die oben geschilderten Verhältnisse des tangentialen Collabirens der Innenrindenzellen für Cyperus flavescens, Cyp. rotundus, Cyp. aureus, Cyp. longus und Galilea mucronata ab, aber spricht in der Einzelbeschreibung von jeder der untersuchten zehn Cyperusarten stets: «zonule interne se détruisant» etc., oder «zonule interne se disloquant» und zeigt somit, dass er diese Erscheinung in Bezug auf ihre Entstehung nicht richtig gedeutet hat.

Im Uebrigen stimmen unsere Beobachtungen, wie aus dem Vergleich zu ersehen ist, überein.

Anmerkung 2. Duval-Jouve sagt in der Einzelbeschreibung von Galilea mucronata, pag. 392: «zonule interne se disloquant assez regulièrement en une quinzaine de grandes lacunes séparées par des rayons de un ou deux rangs de ses cellules les plus internes». Aus der Abbildung (Tab. XIX, fig. 15) ist aber nicht zu ersehen, ob die Luftgänge durch Zerstörung der Zellen hervorgehen, was in der That als einziger Fall besondere Aufmerksamkeit verdiente. Oder sollten diese Lacunen nicht gleicher Entstehung sein wie die von Hydrocharis und anderen Monocotyledonen?

Während im Rindentypus I Uebergangsformen zwischen den beiden besprochenen Formen stattfinden, existiren hier im Typus II keine, es sei denn, dass man das vollständige Schwinden der äussern Innenrinde als Vermittler zwischen radialem und tangentialem Collabiren der äusseren Innenrindenzellen ansehen wollte, was jedoch auch zu verwerfen ist, da man genau bestimmen kann, aus welcher Grundform: entweder durch radiales, oder tangentiales Collabiren, das vollständige Fehlen der äusseren Innenrinde entstanden ist.

Zwischen dem Rindentypus I und dem Rindentypus II werden wir später einige Uebergangsformen kennen lernen.

Auf diese Weise gelangen wir, wobei noch weitere Uebergangsformen und Modificationen auftreten, zu folgendem Grundschema der Rinde der Gramineen- und Cyperaceen-Wurzeln:

Rinde der Gramineen- und Cyperaceen-Wurzeln.

Typus I.

Unregelmässige Anordnung der Rindenzellen. Aussen- und Innenrinde nur durch Mangel oder Vorhandensein von Intercellularräumen unterschieden. Taf. III, fig. 26.

- **a. Persistiren** der ganzen Rinde.
- **b. Schwinden** der ganzen Rinde.
- **c. Uebergangsformen.**
  - 1) Zwischen a u. b des Typ. I.
  - 2) Zwischen Typ. I und Typ. II.
    - α. Typ. I*a* u. Typ. II*a*,
    - β. Typ. I*b* u. Typ. II*a*,
    - γ. Typ. I u. Typ. II*a*.

Typus II.

Regelmässige Anordnung der Rindenzellen; scharfe Grenze zwischen Aussenrinde und Innenrinde. Taf. II, fig. 24 u. 25.

- **a. Radiales Collabiren** der äusseren Innenrindenzellen. Taf. II, fig. 22.
  - α. Vollständiges Zerstörtwerden der äusseren Innenrinde bis auf einen radialen Zellenstrang.
- **b. Tangentiales Collabiren** der äusseren Innenrindenzellen. Taf. II, fig. 23.
  - β. Vollständiges Zerstörtwerden der äusseren Innenrinde bis auf einen radialen Zellenstrang.

Rinde der Nebenwurzeln.

Was die **Aussenrinde des Rindentypus I** im Allgemeinen und auch im Besondern — auf die Unterabtheilungen des Typus I bezogen — anlangt, so schliessen deren Zellen sowohl unter einander, als an die Epidermis immer ohne Intercellularräume, mit alleiniger Ausnahme von Hordeum vulgare (Taf. III, fig. 26), wo sich selbst unmittelbar unter der Epidermis noch Intercellularräume befinden. Wie schon erwähnt, lässt sich das Parenchym — das häufigste Vorkommen — der Aussenrinde von dem Parenchym der Innenrinde nur durch den Mangel an Intercellularräumen unterscheiden.

Das Sclerenchym, wie bei Holcus lanatus, oder Prosenchym, wie bei Avena, reicht immer unmittelbar an die Epidermis. Von diesen Gewebeformen kann nur dort die Rede sein, wo das Rindengewebe persistirt, oder wo das persistirende Gewebe der äusseren Innenrinde auch ein radiales Collabiren der Zellmembranen aufweist. Die Mehrzahl der Uebergangsformen zwischen dem Typus I *a* und I *b* macht jedoch von dieser Regel eine Ausnahme, indem sich hier unter der Epidermis eine der Epidermis ähnliche Zelllage befindet, die sich ebenso, wie die Epidermis selbst, von dem nach Innen liegenden Prosenchym und Sclerenchym der Aussenrinde durch Weitlichtigkeit des Zelllumens und Zartheit der Membranen auszeichnet, wie bei Deyeuxia retrofracta und den Triticumarten (Vergl. oben d. Ep. pag. 4 und Aussenrinde des Rindentypus II *a* weiter unten).

Was die Uebergangsformen überhaupt anlangt, sowohl diejenigen, die im Typus I selbst Uebergänge zu den Unterabtheilungen bilden, als auch diejenigen, die zum nächsten Typus hinüberleiten, so muss ich hier selbst eingestehen, dass die Eintheilung in solche mit bleibendem und schwindendem Rindengewebe und in die Uebergangsformen nicht consequent durchzuführen ist. Durch die Vergleichung der Uebergangsformen unter sich und mit den Typenformen zeigt es sich sehr deutlich, dass die Rinde des Typus I aus einer Form in die andere übergehen kann. So weisen beide Erscheinungen, des Persistirens, wie des Schwindens der Rinde, folgende Gramineen-Wurzeln auf: Milium effusum, Deyeuxia retrofracta, Trisetum distichophyllum und Tr. argenteum, Triodia decumbens, alle untersuchten Triticum-, Agropyrum- und Eremopyrumarten und Secale cereale. Ein Persistiren und radiales Collabiren der äussern Innenrinde zeigen Agrostis alba und Agr. vulgaris und Briza media, während ein vollständiges Schwinden der ganzen Rinde und ein radiales Collabiren der Innenrindenzellen bei Gynerium argenteum und Festuca rubra stattfindet (bei Festuca ovina schwindet dagegen die Rinde immer vollständig).

Zieht man das Jugendstadium der Gramineen- und Cyperaceen-Wurzeln, die diesen Typus repraesentiren, in Betracht, so kommt man zur Ueberzeugung, dass das Erhaltenbleiben und verschiedene Schwinden der Rinde durch gewissse Umstände und Bodenverhältnisse beeinflusst ist[1]), und dass man nicht genöthigt ist, ein Persistiren der Rinde — wie es sich bei vorliegenden Untersuchungen herausstellte — immer für: Holcus lanatus,

1) Duval-Jouve: Cyperus longus, pag. 384, Anmerkung 2.

Anthoxanthum odoratum, Avena sativa, Av. pratensis, Melica altissima, Hordeum vulgare, Leptochloa arabica(?), und dagegen ein vollständiges Zerstörtwerden der ganzen Rinde immer für: Panicum palmifolium, Mühlenbergia glomerata, Calamagrostis lanceolata, Cal. Epigeios, Cal. elata, Ammophila baltica, Dactylis glomerata, Cynosurus cristatus, Festuca ovina, Bromus mollis, Br. tectorum, Lolium temulentum, Elymus sabulosus und Elymus canadensis anzunehmen.

Anmerkung. Duval-Jouve, pag. 350, Anmerkung 2: «J'ai pu constater que dans les localités chaudes et humides, comme en Algérie, la zone corticale se détruit très-vite et avant que les cellules les plus internes se soient épaissies; elle persiste plus longtemps dans les terrains secs et frais. Il en est de même pour la zone corticale des rhizomes, dont nous parlerons plus loin. Suivant M. Guillard, «l'exubérance de l'enveloppe corticale des racines et des rhizomes doit être attribuée à l'humidité que la terre entretient, et non à un organisme spécial» (Bull. Soc. bot. de France, tom. XVI, p. 428). Le doute est permis en présence de ce fait, que l'humidité est pour la zone corticale des rhizomes et des racines plutôt une cause de prompte destruction qu'une condition de développement complet».

Vergleicht man das Medium, in welchem die Wurzeln der oben angeführten Pflanzen leben, die entweder ihre Rinde erhalten oder verlieren, so könnten Duval-Jouve's Zweifel einem weiteren Zweifel unterliegen, da gerade diejenigen der oben citirten Wurzeln, bei denen ein Persistiren der Rinde beobachtet wurde, einen feuchten und wasserreicheren Boden aufsuchen, während dagegen diejenigen, bei denen ein Schwinden der Rinde vorkommt, in einem trocknen und sandigen Boden vegetiren. Gegen Duval-Jouve spricht auch folgende Behauptung Schwendeners (Mech. Princ. d. Mon. p. 129): «Wenn der peripherische Bastring in einem schweren oder wasserdurchtränkten Boden nothwendig ist, um die Luftgänge der Rhizome offen zu erhalten, so ist er natürlich ganz ebenso unentbehrlich für die Wurzeln, welche unter gleichen Bedingungen vegetiren». (Vergleiche ausserdem daselbst die (pag. 128) nebenanstehende Uebersichtstabelle; ferner Duval-Jouve: Cyperus longus, p. 384, Anmerkung 2; dann Abbildungen von Oryza sativa Tab. I, fig. 15 u. 16.)

Die **Innenrinde des Rindentypus I** hat immer einen parenchymatischen Charakter (Taf. III, fig. 26 und 28), nur die innersten Lagen derselben sind in den seltensten Fällen prosenchymatisch oder sclerenchymatisch. Im Vergleich zum Typus II ist das Auftreten von doppelten Stütz- und Steifungsscheiden — auf die wir im Abschnitt über die Leitbündelscheide zurückkommen werden — häufiger, obgleich diese Bildung immerhin eine seltene ist. Beim Typus I b, beim Schwinden der ganzen Rinde, bleiben die innersten Schichten, die dann stark verdickt sind, erhalten, an denen dann die Residua der zerstörten Zellen als verworrene Massen hängen bleiben. Oft erkennt man noch in dieser Masse die alten Zell-

formen, wie bei Festuca ovina, wo sie filzig zerrissen tangential gestreckt erscheinen. Als Gegensatz zu Hordeum vulgare sei Leptochloa arabica (?) genannt, deren Wurzelrinde gar keine Intercellularräume aufzuweisen hat.

Die **Aussenrinde des Rindentypus II** hat im ausgebildeten Zustande nie einen parenchymatischen Charakter, sondern immer entweder einen prosenchymatischen, oder meistentheils einen sclerenchymatischen aufzuweisen. Diese Sclerenchymschichten erlangen oft eine grosse Mächtigkeit, wie bei Phalaris arundinacea und Molinia coerulea, deren Aussenrinde bis 10 Zelllagen hält. Die regelmässige Anordnung der Rindenzellen in jugendlichen Entwickelungsstadien kann zum grossen Theil noch bis in das späteste Alter verfolgt werden; jedoch sehen Poa und Eleusine (gracilis) in ihrem ausgebildeten Stadium dem Typ. I sehr ähnlich (Tab. I, fig. 20, Tab. II, fig. 22 und 23).

Die **Innenrinde des Rindentypus II**, in frühen Entwickelungsstadien aus äusserst regelmässig angeordneten, tafelförmigen Zellen zusammengesetzt, die in tangentialer Richtung in regelmässige concentrische Kreise geordnet sind (Tab. II, fig. 24 und 25), scheidet sich in späteren Stadien in eine genau von einander zu unterscheidende äussere und innere Innenrinde. Während die letztere durchgängig einen sclerenchymatischen Charakter mit oft bis zum Schwund des Lumens verdickten und tangential gestreckten Zellen hat, sind die Zellmembranen der ersteren immer unverdickt, mit sehr wenigen Ausnahmen, wie z. B. Heleocharis acicularis (Tab. II, 21 *a*), und collabiren entweder radial oder tangential mit Erhaltung von radialen Zellensträngen (Tab. II, fig. 22 und 23). Bei Poa nemoralis findet keine genaue Uebereinanderlagerung der Rindenzellen in radialer Richtung statt, sondern ein auf dem Querschnitt regelmässiges abwechselndes Uebereinandergreifen der Rindenzellen (Taf. I, fig. 17).

Die Aussenrinde der Wurzeln, die sowohl ein radiales, als ein tangentiales Collabiren der Membranen der Innenrindenzellen aufweisen, besitzt sehr viel eigenthümliche Bildungen, und da jede Typenform besondere Eigenthümlichkeiten zeigt, so ist denn auch jede im Folgenden einer gesonderten Besprechung unterzogen.

Die **Aussenrinde des Rindentypus II*a***, mit radialem Collabiren der äusseren Innenrindenzellen, weist zunächst ein gleichförmiges Sclerenchym von verschiedener Mächtigkeit auf bei: Phalaris arundinacea, Phleum pratense, Stipa pennata, Stipa capillata, Aira caespitosa, Poa pratensis, Poa fertilis, Poa nemoralis, Tricholaena rosea und Sorghum (spec.?) Bei Glyceria spectabilis und Gl. fluitans befindet sich bei der ersteren zwischen der letzten und vorletzten Sclerenchymschicht und bei der letzteren zwischen der letzten Sclerenchymschicht und der Epidermis eine beiden Schichten gemeinsame, stark lichtbrechende, regelmässig zackig verlaufende Membran, die davon herrührt, dass die beiden betreffenden Sclerenchymschichten, an der Stelle wo sie mit einander zusammenstossen, mehr verdickt sind, als gegen die Innenrinde.

Das Sclerenchym reicht nicht immer unmittelbar an die Epidermis, sondern es schiebt sich oft noch eine der Epidermis ähnlich geformte Zelllage dazwischen, die der äussern

Form nach als doppelte Epidermis definirt werden könnte (Vergl. oben Epidermis pag. 4). Genetisch gehört sie aber zur Rinde und sie besitzt auch ein anderes Verhalten chemischen Reagentien gegenüber, als die Epidermis. Die Zellen dieser Aussenrindenschicht sind immer unverdickt, zartwandig, in der Regel mit grösserem Lumen als die übrigen Aussenrindenzellen und wahren bis zu ihrer Erhaltung ihre polygonale, meist hexagonale Form. Eine solche zartwandige Rindenschicht unter der Epidermis, mit gleichförmig ausgebildetem Sclerenchym der übrigen Aussenrinde, haben Bambusa arundinacea, Imperata sacchariflora, Erianthus Ravennae, dagegen mit einer besonders verdickten Sclerenchymschicht als Stütze der letzten zartwandigen Aussenrindenschicht: Setaria viridis (Taf I, fig. 13), Molinia coerulea, Nardus stricta, und Oryza sativa (Taf. I, fig. 15 und 16). Während bei Molinia und Nardus ein noch weiter ausgebildetes Sclerenchym der Aussenrinde vorhanden ist, schliesst mit dieser Schicht, die einen Steifungsscheiden-artigen Charakter trägt, und sich durch Lichtbrechung und starke Verdickung der Zellen auszeichnet, die Aussenrinde von Setaria viridis und Oryza sativa ab. Bei Oryza ist die zartwandige Schicht ein wenig verdickt und selten befindet sich zwischen der Epidermis und der grosszelligen Rindenschicht noch eine mit kleinerem Zelllumen. Die Abbildung fig. 16 bringt gerade das seltene Vorkommen zur Anschauung; gewöhnlich findet sich diese Aussenrindenschicht unter der Epidermis. Bambusa glauca (?) besitzt zwei besonders verdickte Zelllagen einer 5—7-fachen Sclerenchymschicht innerhalb der weitlichtigen Aussenrindenschicht. Bei Saccharum cylindricum schieben sich zwischen eine Schicht, deren Zellen klein und bis zum Schwund des Lumens verdickt sind und die die Aussenrinde gegen die Innenrinde abschliesst, und die grosszellige unter der Epidermis sich befindende Aussenrindenschicht, noch zwei Sclerenchymschichten. Bei Phragmites communis (Taf. II, fig. 22) sind sogar die 2—3 äusseren Aussenrindenschichten aus weitlichtigen, hexagonalgeformten Zellen zusammengesetzt, die noch in späteren Entwickelungsstadien bei starker Verdickung der Membranen ihre hexagonale Form nachweisen; die darauf folgenden beiden inneren, von denen die innerste mit bis zum Schwund des Lumens verdickten Zellen die Grenze zur Innenrinde bildet, sind kleinzellig. Die Aussenrinde von Eleusine gracilis trägt nur einen prosenchymatischen Charakter und geht allmälig in das Parenchym der Innenrinde über. Die Aussenrinde von Alopecurus geniculatus, als Gegensatz zu dem bisher Angeführten, hat sogar grössere Zellen als die Innenrinde: aus 2—3 Schichten bestehend, zeichnet die innerste sich sowohl durch besondere Grösse und regelmässigen Bau der pentagonalen und hexagonalen Zellen, als auch durch die regelmässige Anordnung und Zusammenlagerung derselben aus.

Die innersten Schichten der **Innenrinde des Rindentypus II a** und vorzüglich die die Leitbündelscheide umgebende Zelllage, sind sclerenchymatisch, wovon Eleusine gracilis wiederum eine Ausnahme macht. Die Zellen sind im Querschnitt oft tangential gestreckt, wie es z. B. bei Stipa pennata, Stipa capillata, Phragmites communis und Nardus stricta der Fall ist.

Ein vollständiges Schwinden der äussersten Innenrinde bis auf einen einzigen radialen

Zellenstrang als Zusammenhalt zwischen Aussenrinden- und Innenrinden-Sclerenchym, das hier immer mächtig entwickelt ist, ist nur bei Saccharum cylindricum, Erianthus Ravennae und Tricholaena rosea beobachtet worden.

Als einziges Vorkommen sei hier noch der Zellen mit Membranen mit sehr ausgesprochener Streifung im Sclerenchym der Aussenrinde von Saccharum cylindricum erwähnt, und wie wir später sehen werden, treten ähnlich gebildete Zellen auch im Mark des Leitbündels derselben Pflanze auf (Taf. I, fig. 7).

Als Anhang zum Rindentypus IIa soll hier die besondere Beschreibung der Rinde von Lasiagrostis splendens folgen, um einerseits den complicirten Bau der Rinde, andererseits im Zusammenhange die Beschreibung der Rinde an einem interessanten Objecte vorzuführen. Lasiagrostis splendens zeigt ein sehr entwickeltes Rindensystem mit den mannigfachsten Abänderungen in den recht regelmässig verlaufenden Schichten. Auf die stark verdickte Stützscheide (Taf. I, fig. 19*a*) folgt (*b*) eine dreischichtige Lage kleiner, im Querschnitt eine hexagonale Form zeigender Zellen, die sich später nur nach Innen bis zum Schwund des Lumens verdicken. Ueber dieser liegen (*c*) zwei Lagen weitlichtiger, auch eine hexagonale Form zeigender Zellen, die bräunlich tingirt (während sowohl die primären, als die secundären Stützscheidezellen hellgelb und lichtbrechend sind), auch ihre zum Centrum gekehrte Membran etwas mehr verdicken als ihre Aussenmembran und als Uebergangsform zu der (*d*) aus tangential-gestreckten Zellen bestehenden ziemlich verdickten vierschichtigen Lage zu betrachten sind. Ueber dieser liegt nun (*e*) die 6—10-schichtige eigentliche Mittelrinde, die aus rundlichen, dünnwandigen, parenchymatischen Zellen gebildet ist, die in ihrer mittelsten Lage sehr an Lumen zunehmen und durch grosse Intercelluarräume geschieden sind. Darüber befindet sich (*f*) das aus 5—6 Lagen bestehende stark verdickte Sclerenchym der Aussenrinde, deren äusserste Schichten (*g*) mit sehr verdickten Zellen den Charakter einer Steifungsscheide besitzen. Ueber dieser befindet sich noch eine aus hexagonalen dünnwandigen Zellen bestehende Schicht (*h*), die in jugendlichen Entwickelungsstadien kaum von den ebenso gebildeten Epidermiszellen (*i*) zu unterscheiden ist; die Zellen der letzteren wachsen zu verhältnissmässig kleinen Haaren aus. Wie aus der Abbildung (Taf. I, fig. 20), die absichtlich von einer Wurzel mit nicht so regelmässig verlaufendem Schichtenbau gewählt ist, zu ersehen, sind die Grenzen zwischen zwei verschiedenen, oben beschriebenen Schichten, nicht immer deutlich (wie z. B. zwischen *f* und *g*).

Ausser dem Unterschiede des tangentialen Collabirens der äusseren Innenrinde zeigt die **Aussenrinde des Rindentypus II b** fast dieselben Bildungen wie die Aussenrinde des Rindentypus IIa und sie hätten füglich zusammen beschrieben werden können, wenn die Innenrinde unter gleiche Gesichtspunkte mit der des vorhergehenden Typus gestellt werden könnte, die ja aber für die Aufstellung des Typus maassgebend war (Taf. II, fig. 23).

Ein aus mehreren Schichtenfolgen zusammengesetztes, gleichförmiges Sclerenchym der Aussenrinde besitzt die Mehrzahl der Carices (Carex hirta, C. filiformis, C. ampullacea, C. Pseudocyperus, C. rhynchophysa, C. Drymeia, C. Oederi, C. montana, C. limosa, C.

vulgaris, C. caespitosa, C. stricta, C. chordorrhiza und C. Buxbaumii (?), Heleocharis palustris und alle untersuchten Cypereen (Cyperus Papyrus, Cyp. Ginge, Cyp. albostriatus, Cyp. elegans, Cyp. japonicus, Cyp. Luzulae) und die von Duval-Jouve untersuchten Cyperus-Arten. Eine schwach verdickte, gegen die äussere Innenrinde an Verdickung der Zellen abnehmende Aussenrinde haben Carex Buxbaumii (?), Heleocharis palustris und Cyperus Luzulae und eine gegen die Innenrinde zunehmende Aussenrinde Carex chordorrhiza und Eriophorum gracile. Ein mächtig entwickeltes Sclerenchym der Aussenrinde zeigen alle Cyperus-Arten[1]) und Carex montana. Carex limosa hat nur 3—4 Schichten, deren Zellen aber alle bis zum Schwund des Lumens verdickt erscheinen.

Eine äusserste Aussenrindenschicht mit weitlichtigen hexagonalen Zellen unter der Epidermis tritt hier auch auf, aber mit dem Unterschiede von der unter Typus II *a* beschriebenen, dass sie immer mehr oder weniger verdickt erscheint. Wenig verdickt sind die Zellen dieser letzten Aussenrindenschicht bei Carex hordeiformis, C. globularis, C. stellulata, C. loliacea, Eriophorum vaginatum, Er. latifolium, Er. alpinum (bei Eriophorum gracile ist diese Erscheinung nicht so deutlich, vergl. Taf. II, fig. 23); sehr verdickt bei Carex teretiuscula und Carex dioica.

Eine einzige solche Schicht ohne weitere Aussenrindenschichten, als alleinige Repraesentantin der Aussenrinde, die aus stark verdickten, lichtbrechenden Zellen von hexagonaler Form zusammengesetzt ist, haben Scirpus lacustris, Sc. Baeothryon und Sc. Savii, während sie bei Heleocharis acicularis zartwandig bleibt, daggeen die Membranen der Innenrindenzellen verdickt sind (Taf. II, fig. 21 *a*).

Die Zellen der 3—5 äusseren Schichten der Aussenrinde von Scirpus silvaticus sind nur wenig verdickt und weitlichtig, aber kleiner als die Epidermiszellen; auf diese 3—5 äusseren Schichten folgen die zwei innersten, deren Zellen von dunkelbrauner Farbe sich bis zum Schwund des Lumens verdicken.

Die **Innenrinde des Rindentypus II** *b* ist bis auf das tangentiale Collabiren der Rindenzellen gleich der Innenrinde des Typus II *a* gebildet. Zu erwähnen ist, dass das mächtig entwickelte Sclerenchym der Aussenrinde mit dem der Innenrinde bei Carex montana fast zusammenstösst und nur durch 1—2 Parenchymlagen von demselben getrennt ist. Die 2—5 Lagen der inneren Innenrinde der echten Cypergräser bilden sich zu tangentialgestreckten, schwarzbraun gefärbten, sehr verdickten secundären Steifungsscheiden aus, mit allmähligem Uebergang zu den übrigen dünnwandigen Rindenschichten der äusseren Innenrinde. Letztere, mit vorhergegangenem tangentialem Collabiren der Rindenzellen, verschwindet oft ganz, mit Erhaltung eines einzigen radialen Zellenstranges (S. oben p. 11, Anmerk. 2).

---

1) Nach Duval-Jouve haben ein mächtig entwickeltes Sclerenchym der Aussenrinde Cyperus longus, Cyp. distachyos und Galilea mucronata (vergl. daselbst Taf. XIX, Racines, fig. 10, 13, 15); die übrigen von Duval-Jouve untersuchten Cyperus-Arten: Cyperus globosus, Cyp. flavescens, Cyp. fuscus, Cyp. rotundus, Cyp. vegetus, Cyp. aureus, Cyp. serotinus haben 2—3 Aussenrindenschichten (Tab. XIX, Racines, fig. 2, 3, 6, 8).

Anmerkung. Duval-Jouve giebt sowohl in den Einzelbeschreibungen (pag. 367—397), als auch in den Abbildungen (Taf. XIX, Racines) das Verhalten der innersten Innenrindenschichten in Zahlen, Farben und Formenerscheinungen genauer und ausführlicher an. Nach diesem Forscher haben: Cyperus globosus und Cyp. flavescens 1—2 Innenrindenschichten mit wenig verdickten Zellen von hellgelber Farbe, Cyp. fuscus 3—4 Schichten mit sehr verdickten purpurviolettgefärbten Zellen, Cyp. vegetus 2—3 Schichten mit sehr verdickten tangentialgestreckten Zellen von purpurschwarzer Farbe, Cyp. rotundus 2 Schichten mit sehr verdickten tangentialgestreckten Zellen von kastanienrother Farbe, Cyp. aureus 3–4 Schichten mit tangentialgestreckten Zellen von blassrother Farbe, Cyp. longus $^1/_{10}$ aller Rindenschichten (nach der Abbildung etwa 7—8 Schichten) mit sehr verdickten Zellen, die nach Aussen in ihren Membranen weniger verdickt erscheinen, von heller Kastanien-Farbe, Cyp. serotinus 2—3 Schichten, Cyp. distachyos 1—2 Schichten mit kaum verdickten und gefärbten Zellwänden, Galilea mucronata 5 Schichten mit bis zum Schwund des Lumens verdickten Zellen von hellrother Farbe.

Was die **Chlorzinkjodreaction** anlangt, so färbt sich die Aussenrinde bräunlich, die äussere Innenrinde immer violett und die sclerenchymatische Innenrinde wiederum bräunlich, während die Leitbündelscheide goldgelb, gelblich, weisslich und stark lichtbrechend erscheint. Dieselben Eigenschaften, wie die der Leitbündelscheide, nehmen die besonders erwähnten verdickten Aussenrindenschichten an, wie bei Oryza sativa und anderen. Ein merkwürdiges Verhalten der Rindenzellen bei der Chlorzinkjodreaction weisen Molinia coerulea und Phragmites communis auf; die Zellmembranen quellen so stark auf — was nach einer Behandlung mit schwacher Aetzkalilösung auch eintritt — dass nach Innen das Lumen vollständig schwindet, während nach Aussen die Intercellularräume eine zusammengepresste Kreuzform zeigen.

In den Intercellularräumen der Rinde der Gramineen- und Cyperaceen-Wurzeln beobachtet man häufig, dass dieselben von einer gelblichen, ziemlich lichtbrechenden Substanz erfüllt sind (z. B. bei Zea, Sorghum und bei vielen Cyperaceen), und dass bei einigen Cyperaceen (z. B. bei Eriophorum) sich diese **Intercellularsubstanz** auch in einigen Zellen selbst findet.

In jugendlichen Entwickelungsstadien von Deyeuxia retrofracta beobachtete ich einen in Wasser lösslichen bräunlichen **Farbstoff**, der das Hollundermark, in dem das Praeparat geschnitten wurde, braun färbte.

In der Aussen- und Innenrinde findet man in dem grössten Theile der Gramineen- und Cyperaceen-Wurzeln einen reichen Vorrath von **Amylum** (Taf. I, fig. 18); jedoch habe ich solches nie in der sclerenchymatischen Aussenrinde, noch in der Leitbündelscheide beobachten können. Wo Stärke in der Stützscheide auftritt, wie bei Glyceria spectabilis, kann dieselbe nur durch unvorsichtige Behandlung in das Präparat hinein gespült sein. In den

im Frühling untersuchten Wurzeln trat das Amylum viel häufiger auf, als in den in späteren Jahreszeiten untersuchten. Glyceria spectabilis führt in verschiedenen Zellen zweierlei Stärkekörner, sehr feinkörnige und grosskörnige.

Krystalldrusen habe ich nur allein in der Aussenrinde von Carex rhynchophysa gesehen und nadelförmige Krystalle in der Rinde von Phalaris arundinacea. Neben diesen Krystallnadeln bei Phalaris bemerkte ich kleine lichtbrechende Körperchen, die aber keine Oeltropfen waren.

Eine von dem Rindentypus I und II abweichende Bildung bietet uns die Rinde der **Nebenwurzeln** (d. h. Wurzeln 2. Ordnung, 3. Ordnung und weiterer Ordnungen), die wir füglich als besonderen Typus hinstellen könnten, wenn sie nicht, einige geringfügige Abweichungen abgerechnet, in ihrer primären Bildung und ihrem späteren Verhalten mit der Rinde des Typus I correspondirte (Taf. I, fig. 14, Taf. III, fig. 28). Wie wir auch späterhin sehen werden, so oft die Rede von Nebenwurzeln sein wird, gilt für alle diese Wurzeln der Satz, dass sie viel einfacher, vorzüglich in Bezug auf die Anzahl der einzelnen Elemente, aufgebaut sind, als das Mutterorgan. Weder lässt sich hier eine Grenze zwischen Aussen- und Innenrinde ziehen, meist wegen Mangel an Intercellularräumen, noch kommen irgendwie sclerenchymatische Bildungen in der Rinde der Nebenwurzeln vor, die zu vorhergenannten Eintheilungsprincipien veranlassen würden. Das Letztere ist jedoch nur bei Nebenwurzeln solcher Wurzeln 1. Ordnung der Fall, die einen sehr kleinen Durchmesser im Querschnitt haben und von Nebenwurzeln 3. und 4. Ordnung, während die Rinde von Nebenwurzeln solcher Wurzeln 1. Ordnung, die einen grossen Querdurchmesser haben, immer in gewisser Verwandtschaft mit der Rinde der Mutterwurzel steht.

Wie aus folgenden Beispielen erhellt, werden die Eigenthümlichkeiten der Wurzeln 1. Ordnung sehr vereinfacht und die ganze Rinde sogar oft bis auf 2—3 Zelllagen reducirt, die die Aussenrinde, äussere und innere Innenrinde zugleich repräsentiren. Bei Stipa pennata und Scirpus silvaticus fehlt das Sclerenchym der Aussen- und Innenrinde den Nebenwurzeln ganz, ausserdem bei Glyceria spectabilis die zackig verlaufende lichtbrechende Membran und bei Agrostis alba und Agrostis vulgaris die weitlichtige äusserste Aussenrindenschicht. Die Aussenrinde ist hier nur durch den Mangel an Intercellularräumen von der Innenrinde unterschieden. Die Wurzeln 1. Ordnung von Bambusa arundinacea (s. oben p. 16) haben ein mehrschichtiges Aussenrindensclerenchym, das in Wurzeln 2. Ordnung nur 2—3-schichtig ist; bei Wurzeln 3. Ordnung ist das ursprüngliche mächtige Sclerenchym der Wurzeln 1. Ordnung bis auf eine einzige Schicht reducirt, deren Zellen sich aber bis zum Schwund des Lumens verdicken. Die pag. 16 besprochene äusserste weitlichtige Aussenrindenschicht bei Bambusa erhält sich auch in Nebenwurzeln aller Ordnungen. Bei Oryza sativa erhält sich in den Nebenwurzeln 2. Ordnung neben einem unregelmässig verlaufenden Sclerenchym, das in Wurzeln 1. Ordnung (vergl. Taf. I, fig 15 u. 16) nicht auftritt, zuweilen sogar die Aussenrindenschicht mit den stark verdickten und lichtbrechenden Zellen, welche sonst meist fehlt und in Nebenwurzeln weiterer Ordnungen gar nicht mehr auf-

tritt. Bei Zea Mays hat die Rinde der Nebenwurzeln bis unter die Epidermis Intercellularräume. Ohne Intercellularräume ist dagegen die Rinde von Cynosurus cristatus. Bei Phragmites communis (Taf. I, fig. 14) und bei Muehlenbergia glomerata wird die Rinde der Wurzeln 1. Ordnung bei Nebenwurzeln (?)-ter Ordnung bis auf 2—4 Zelllagen reducirt, deren Zellen bei Phragmites mit, dagegen bei Muehlenbergia (selten einzelne bemerkbar) ohne Intercellularräume aneinanderstossen.

Leitbündelscheide. Wenn ich diese Bezeichnung einführe — ich entsinne mich nicht, dass sie je von einem Autor genannt worden, obgleich, wie es scheint, ein jeder eine neue einführt — so will ich für die Schutz-, Stütz-, und Steifungsscheide Russow's einen, diese drei umfassenden Begriff, dem wohl noch am besten Naegeli's Gefässbündelscheide entsprechen mag. Da ich aber nie Gefässbündel, sondern mit Russow immer Leitbündel sage, so muss es auch Leitbündelscheide heissen[1]).

In jungen Entwickelungsstadien unterscheiden die **Schutzscheidezellen** (vergl. Taf. I, II, III schz.) sich auf Querschnitten von dem Leitbündelgewebe durch ihr grösseres Lumen, durch ihre meist hexagonale, nach Aussen abgeplattete Form und durch den eigenthümlichen Schatten (van Tieghem: plissements), den Casparyschen Punkt, an beiden Seiten ihrer radialen Membranen, der bei verschiedener Einstellung des Mikroskops hin und her zu wandern scheint. Das rührt aber von der primären, parallel mit der Längsaxe laufenden Verdickungsfalte her, die geschlängelt an der Membran herabläuft (Taf. I, fig. 3). Je mehr diese Leiste sich verdickt, um so mehr verliert die Schutzscheide ihren Charakter und geht, je nach Art ihrer Verdickung, entweder in eine Stützscheide über, wenn die Verdickung nur nach Innen gerichtet ist, wie z. B. bei Phalaris arundinacea, oder in eine Steifungsscheide, wenn die Verdickung allseitig innerhalb der Schutzscheidezellen stattfindet, wie z. B. bei Aira caespitosa. Ein recht instructives Beispiel für die fortschreitende Verdickung der Schutzscheide in eine Stützscheide habe ich an Stipa pennata gefunden (Taf. I, fig. 4, *a*, *b*, *c*, *d*; die Buchstaben bezeichnen die einzelnen Entwickelungsstufen der Verdickung einer Stützscheidezelle).

Sachs[2]) sagt, dass bei allen einschichtigen Strang- und Pleromscheiden diese eigenthümliche Faltenbildung, der Casparysche Punkt, vorkommt. Alle Gramineen- und Cyperaceen-Wurzeln weisen in den Schutzscheidezellen den Casparyschen Punkt auf, wiewohl es oft schwer hält, denselben zu Gesicht zu bekommen. Ich habe wiederholt successive Schnitte

---

1) Dass ich die neuen Bezeichnungsweisen Russow's nicht adoptire, liegt in dem Wunsche, die vom genannten Verfasser aufgegebene Nomenclatur wieder einzuführen, weil die Benennungen: Schutz-, Stütz- und Steifungsscheide zugleich physiologische Functionen und morphologische Formänderungen bezeichnen, dagegen C- und O-scheiden nur annähernd die Gestalt der querdurchschnittenen Leitbündelzelle zum Ausdruck bringen. Das Ueberladen mit Zischlauten — aus welchem Grunde Sachs die Schutz-, Stütz- und Steifungsscheide verwarf — ist, ganz abgesehen davon, dass solches gar nicht der Fall ist, weniger störend, als vielsilbige und mit weit unbequemeren Lippenbuchstaben überladene Termini technici wie etwa Fibrovasalscheide (vergl. Russow II, pag. 72: über Priman-, Succedan-, C-, O- und Φ-scheiden; vergl. ausserdem Otten: Vergl. histiolog. Untersuchung der Sarsaparillen, Dorpat 1876, pag. 15, Anm. 1).

2) Lehrb., 4. Aflg., pag. 126.

an verschiedenen Objecten derselben Art machen müssen, ehe es mir gelang, die Anwesenheit dieser Verdickungsleiste constatiren zu können. Die Ursachen, aus welchen der Casparysche Punkt sich dem Auge entzieht, sind folgende. Einmal wird er wegen seiner Kleinheit nur schwer sichtbar und sodann liegt der Grund hauptsächlich wohl darin, dass man ihn nur in einer bestimmten Region der Neubildungen einer Wurzel wahrnehmen kann, etwa nach dem Sichtbarwerden (Differenziren) der Protophloem- und Protoxylem-Zellen, und endlich daran, dass diese Falte sich sehr bald zu verdicken beginnt. Die Region des Casparyschen Punktes wechselt jedoch, und ist verschieden bei verschiedenen Wurzeln, wie auch schon aus den Abbildungen erkannt werden kann. Bei den Figuren 25, 27, 30, 31, 32, 33, 34 tritt diese Erscheinung nach der Differenzirung der Protophloem- und Protoxylem-Zellen auf, bei Fig. 24 (Carex Pseudocyperus) bereits nach dem Sichtbarwerden der ersten Protophloemzelle, ebenso bei Milium effusum Fig. 31. Dagegen ist der Casparysche Punkt bei Fig. 29 (Lolium temulentum) bei schon vollständig differenzirtem Protophloem und Protoxylem noch nicht sichtbar.

Der Casparysche Punkt ist oft auf dem Querschnitt zu einem länglichen Schatten ausgezogen, wie bei Holcus lanatus (Taf. III, fig. 34). Als Gegensatz hierzu erscheint er bei den echten Cypergräsern als kleiner kugelförmiger, stark lichtbrechender Ansatz, der fast bis zu der nach Innen liegenden Tangentialmembran hinaufrückt.

Je nachdem nun die Verdickung nur besonders nach Innen gerichtet ist, heisst die Schutzscheide: Stützscheide, und findet die Verdickung an allen Theilen der Membran gleichmässig statt: Steifungsscheide. Zwischen beiden, der Stütz- und Steifungsscheide, existirt eben auch keine scharfe Grenze, indem die Verdickung allseitig sein kann, und wenn doch die nach Innen gelegene Membran mehr verdickt erscheint, als die übrigen, so wird man sie immerhin noch mit Stützscheide bezeichnen. So gebildet erscheint die Stützscheide bei Zea Mays, Oryza sativa, Phleum pratense, bei allen Alopecurus- und Poa-Arten, bei Carex teretiuscula, C. stellulata, C. montana, C. ampullacea, und bei vielen anderen Gramineen- und Cyperaceen-Wurzeln.

Was die Form der Zellen der **Stützscheide** auf dem Querschnitte anlangt — auf dem Längsschnitte sind sie sehr gestreckt und mit senkrechten Quermembranen versehen, wie Fig. 6 zeigt — so variiren sie zwischen lang radialgestreckten und lang tangentialgestreckten, wobei die verschiedensten Verdickungsformen auftreten. Die reine typische Stützscheidenzelle ist nur nach Innen zum Leitbündel hin verdickt. Die Verdickung hebt sich in den meisten Fällen scharf von der ursprünglichen Mittellamelle der Zellen ab und verhält sich auch chemischen Reagentien gegenüber anders. Die Verdickung ist lichtbrechend und heller als die Lamelle bei Agropyrum junceum und ebenso bei Dactylis glomerata, wo die Verdickungsschicht nach Chlorzinkjod weisslich, gelblich erscheint, während die Membran dunkelbraun gefärbt wird. Umgekehrt dagegen wird bei Scirpus silvaticus die Membran nach Chlorzinkjod goldgelb und stark lichtbrechend, während die Verdickung hellbräunlich und matt violett erscheint. Die violette Färbung der Verdickung der Stützscheidezellen

nach Chlorzinkjod tritt viel deutlicher noch bei Calamagrostis lanceolata hervor. Die einzigen Beispiele des Nichtverholzens der Stützscheidezellen. Die Verdickung der Stützscheidezellen lässt in den meisten Fällen eine schöne Schichtung wahrnehmen, die durch zahlreiche Tüpfelcanäle durchbrochen wird. Die Stützscheide von Elymus sabulosus (Taf. I, fig. 12) besteht aus radialgestreckten, grossen, fast bis zum Schwund des Lumens verdickten Zellen, die ausser einer reichen Tüpfelung und schönen Schichtung, noch zwei verschiedene Schichtungssysteme ihrer Verdickung erkennen lassen. Zwischen der ursprünglichen Membran und der inneren hellen Verdickung liegt noch eine weniger gelb gefärbte und weniger lichtbrechende Schicht.

Vorzüglich muss die Aufmerksamkeit auf eine merkwürdige Erscheinung der Stützscheidezellen hingelenkt werden, welche eine Eigenthümlichkeit aller Andropogoneae — so viele eben hier zur Untersuchung kamen — zu sein scheint, und bei Saccharum cylindricum am prägnantesten hervortritt. Die sehr verdickten Stützscheidezellen weisen in ihrer verdickten Membran nabelförmige Ausstülpungen oder Protuberanzen auf, die, mit ihrer Spitze zur unverdickten Aussenmembran gerichtet, tief in das Lumen der Zelle hineinragen. An der Basis dieser Ausstülpungen trat über einem dunklen Schatten ein heller, oft nierenförmiger Punkt hervor, was sich auch immer auf Längsschnitten zeigte. Auf solchen erwiesen sich diese Ausstülpungen als halbkuglige Aufsätze auf die Verdickungsmembran (Taf. I, fig. 9*b*, 10*b*, und 11). Die Tüpfelung ging nie durch sie hindurch, sondern immer um sie herum. Bei geringer Vergrösserung nahmen sie sich wie eine wellenförmige Verdickungsleiste auf der Verdickung aus. Bei sehr jungen Entwickelungsstadien solcher Wurzeln zeigten die kugelrunden Aufsätze auf Längsschnitten, auch nach Aetzkalibehandlung, nicht den hellen Fleck, dagegen trat er um so deutlicher bei etwas älteren Entwickelungsstadien hervor.

Bei macerirten Stützscheidezellen von Erianthus Ravennae (Taf. I, fig. 10*a*), eines schon vorgeschrittenen Entwickelungsstadiums, erschienen diese Protuberanzen als kleine knöpfchenförmige, stark lichtbrechende, etwas grünlich gefärbte Gebilde, die gewöhnlich in eine Längsreihe, aber auch in doppelten Reihen wie bei Andropogon giganteus (Taf. I, fig. 9*a*) und Sorghum saccharatum, parallel mit der Längsaxe der Scheidenzelle gestellt sind. Die Längsreihen der Protuberanzen verlaufen nicht immer regelmässig und häufig treten dieselben nur vereinzelt auf, wie bei Erianthus Ravennae (Taf. I, fig. 10*b*) und bei Eulalia japonica.

Nach Art der Deckzellen erwiesen sich diese Protuberanzen als Einlagerungen von Kieselerde.

Anmerkung 1. Ich lasse hier das Reagenzverfahren folgen, weil ich das von Naegeli und Schwendener nach Mohl (Mikroskop, pag. 488) befolgte Verfahren in nachstehender Weise modificirte: Nicht zu dünne Querschnitte von Erianthus Ravennae wurden in der Schulze'schen Mischung ein Mal aufgekocht, in destillirtem Wasser gewaschen und ausgekocht und darauf nochmals in Alkohol aufgekocht. Die Querschnitte wurden nun auf einem Objektglase (nicht Deckglase)

über einem Platinbleche 30—40 Minuten geglüht, bis die Objecte blendend weiss erschienen. Unter dem Mikroskope wurde dann vorsichtig ein Tröpfchen Salzsäure hinzugethan, worauf plötzlich die vorher als Protuberanzen gesehenen Gebilde isolirt mit denselben Farben- und Formenerscheinungen und demselben Strahlenbrechungsvermögen in kleinen Häufchen neben einander lagen.

Anmerkung 2. Duval-Jouve bildet eine solche Protuberanz ab (Taf. XXI, fig. 9, vom Rhizom von Galilea mucronata), erwähnt aber dieser Erscheinung nur mit folgenden Worten: la face interne des cellules épidermiques superposées présente des renflements coniques (pag. 394).

Eine Stützscheide, im Querschnitt aus lang radialgestreckten Zellen mit stark lichtbrechender Verdickung zum Leitbündel hin, haben die meisten Carices und Cyperus japonicus. Eine Stützscheide von gleicher Bildung, aber auch mit verdickten Seitenmembranen der Zellen, weisen Gynerium argenteum und Tricholaena rosea auf. Auch Bromus mollis und Br. tectorum würden hierher gehören, nur sind die Zellen nicht so gestreckt. Mehr rundlichere Zellen mit mässiger Verdickung nach Innen haben: Panicum palmifolium, Eleusine gracilis, Trisetum argenteum, Tr. distichophyllum, Triodia decumbens und Cynosurus cristatus; mit stärkerer Verdickung, etwa bis zur Hälfte des Lumens: Bambusa glauca (?), Nardus stricta, Saccharum cylindricum, Imperata sacchariflora, Carex limosa und die Scirpus-Arten; über die Hälfte des Lumens: Phalaris arundinacea (fig. 6), Stipa pennata und St. capillata (fig. 4*d*) und Elymus sabulosus (fig. 12); bis zum Schwund des Lumens: Molinia coerulea, Agropyrum junceum, Eremopyrum cristatum, die Calamagrostis- Avena- und Glyceria-Arten und ganz besonders Carex Buxbaumii (?) und Lasiagrostis splendens (fig. 20). Eine mehr tangential- als radialgestreckte Form der Scheidezellen mit ziemlich starker Verdickung, etwa bis zur Hälfte des Lumens, haben: Holcus lanatus, Anthoxanthum odoratum, Agrostis alba und Agr. vulgaris, Deyeuxia retrofracta, Ammophila baltica, Phragmites communis (Taf. I, fig. 14, Taf. II, fig. 22), Hordeum vulgare, Erianthus Ravennae (fig. 11); noch mehr tangential gestreckt: Melica altissima, Briza media, die Triticum- und Eriophorum-Arten (fig. 23). Sehr tangentialgestreckte Stützscheidezellen von oblonger Form haben: Setaria viridis (fig. 13), Muehlenbergia glomerata, Cinna mexicana und Dactylis glomerata.

Langgestreckte Stützscheidezellen, deren Aussenmembran auch eine geringe Verdickung als erste Uebergangsform zur Steifungsscheide aufweist, zeigen Carex montana und C. stellulata; weniger radialgestreckte Stützscheidezellen, gleichfalls mit verdickter Aussenmembran haben: Alopecurus geniculatus und Phleum pratense; mit noch stärkerer Verdickung der Aussenmembran: Oryza sativa (fig. 16), die Poa-Arten, Zea Mays und Carex ampullacea. Eine Stützscheide mit bis zum Schwund des Lumens verdickten Zellen mit gleichzeitig verdickter Aussenmembran zeigt Milium effusum.

Die **Steifungsscheide** ist insofern einfacher angelegt, als sie nur mehr oder weniger verdickt sein kann, und ausserdem steht sie unter den Gramineen- und Cyperaceen-Wurzeln nur in vereinzelten Fällen da (Taf. I, fig. 5). Aira caespitosa, Bambusa arundinacea, He-

leocharis acicularis (Taf. II, fig. 21*a*), Hel. palustris, alle Cyperus-Arten, gleichfalls die von Duval-Jouve untersuchten, mit Ausnahme von Cyperus japonicus (?), sind die einzigen Beispiele für die Steifungsscheidenbildung[1]). Heleocharis palustris und die echten Cypergräser (Cyperus Papyrus, Cyp. Ginge (Taf. I, fig. 5), Cyp. albostriatus, Cyp. Luzulae und Cyp. elegans) besitzen eine sehr schwächliche und dünnwandige Steifungsscheide, die bei Cyperus sogar unverholzt bleibt (Vergl. pag. 23) und deren Zellen auf Längsschnitten mit schief gestellten Querwänden versehen sind. Radialgestreckte Steifungsscheidenzellen im Querschnitt haben: Aira caespitosa, Cyp. albostriatus, Cyp. alternifolius, und Cyp. elegans; mehr rundliche, oder quadratische: Cyperus Papyrus, Bambusa arundinacea u. Heleocharis acicularis (fig. 21*a*); in tangentialer Richtung sehr gestreckte: Cyperus Luzulae. Die radialgestreckte Schutzscheide von Heleocharis palustris erhält sich bis in das späteste Alter mit nur schwacher, kaum bemerkbarer Verdickung und später nicht mehr sichtbaren Caspary'schen Punkten.

Was das gegenseitige Verhalten der Zellen der Leitbündelscheide zu den Zellen der Innenrinde anlangt, so muss hier nochmals auf die Innenrinde zurückgegangen werden, um sie von einem anderen Gesichtspunkte aus zu betrachten.

Wie schon erwähnt, bildet die Innenrinde nicht immer Sclerenchym, aber in den meisten Fällen sind wenigstens die Zellen der innersten, an die Leitbündelscheide herantretenden Rindenschicht verdickt, und wo die Sclerenchymbildung zur vollen Ausbildung kommt, nimmt die Verdickung der Rindenzellen mit jeder mehr nach Aussen gelegenen Rindenschicht continuirlich ab und geht allmälig in die lockere äussere Innenrinde über. Die Verdickung der Membranen ist nicht immer allseitig und gleichmässig, und selten weist sie eine Schichtung und noch seltener eine Tüpfelung auf, wie bei der Leitbündelscheide. Bei einigen sind die Zellmembranen nur nach Innen verdickt (Agrostis, Agropyrum, Elymus und anderen), mit deutlicher Schichtung (Bambusa) und mit deutlicher Tüpfelung versehen (Agropyrum); andere dagegen sind gleichmässig verdickt und meist tangentialgestreckt (Stipa, Setaria, Deyeuxia, Triodia und Nardus; bei letzterer Gattung bis zum Schwund des Lumens verdickt).

Bei der einen Verdickung sowohl, als bei der anderen, würde man nur eine mehrfache Stütz- und Steifungsscheide sehen[2]), wenn man beweisen könnte, dass die verdickten Zellen sich aus einer Schutzscheide entwickeln, was ich aber nie beobachtete. Bei einigen tritt das Stütz- und Steifungsscheidenähnliche so deutlich hervor, dass in der That keine Unterschiede wahrzunehmen sind, wie bei Cyperus, noch deutlicher bei Lasiagrostis splendens. Man braucht nur einen Blick auf die Figur 20*a* und *b* auf Taf. I zu werfen, um die Gleichheit der drei Zelllagen einzugestehen, obschon die Zellen der äusseren Schichten heller gefärbt, aber ebenso geformt, geschichtet und getüpfelt erscheinen als die Stützscheide-

1) Da charakteristische Abbildungen von Steifungsscheidenzellen in den Tafeln fehlen, so verweise ich auf die Tafel XIX bei Duval-Jouve.

2) Die Aussenscheiden Russow's. S. R. II, pag. 72.

zellen. Oft sind drei solcher sclerenchymatischer Innenrindenschichten vorhanden, von welchen die innerste mit der eigentlichen Schutzscheide in Färbung, Verdickung, Gestalt, Tüpfelung und Lichtbrechungsvermögen der Zellmembranen vollständig übereinstimmt, so dass beide, die Stützscheide und die innerste Innenrindenschicht, in diesem Entwickelungsstadium gar nicht von einander zu unterscheiden sind.

Allerdings bleiben bei Cinna mexicana und Muehlenbergia glomerata, bei Behandlung mit concentrirter Schwefelsäure, die Verdickungsleisten beider Stützscheiden resistent, ohne dass die zweite, trotz sorgfältiger Untersuchung, den Charakter einer Stützscheide, den Caspary'schen Punkt, aufwies. Bei Muehlenbergia wird die ganze Rinde bis auf die zwei innersten Schichten zerstört, von denen die innerste sich zur zweiten Stützscheide, aber ohne vorher sichtbaren Caspary'schen Punkt, ausbildet. Die Zellen sind gleich der ersten Stützscheide lang tangentialgestreckt und von oblonger Form, aber geringer verdickt und weniger getüpfelt. Auch färbt sich die zweite nach Chlorzinkjodbehandlung braun, während die erste goldgelb und stark lichtbrechend erscheint. Diese doppelte Stützscheidenbildung bei Muehlenbergia wurde nur bei vollständiger Abwesenheit des übrigen Rindenparenchyms beobachtet.

Die Form der Zellen der Stützscheide wie der innersten Rindenschicht, der zweiten Stützscheide, von Cinna mexicana stimmt mit der von Muehlenbergia vollkommen überein, aber mit dem Unterschiede, dass hier die Zellen der beiden Scheiden gleich stark nach Innen verdickt sind und gleich reiche Tüpfelung besitzen, nur dass die der äusseren weniger lichtbrechend erscheinen. Ausserdem sind die Zellen beider gleich schön getüpfelt. Bei Muehlenbergia sowohl, als bei Cinna wurde der Caspary'sche Punkt bei der zweiten Stützscheide nicht beobachtet.

Bei Agropyrum, deren Stützscheidezellen radial und innerste Innenrindenzellen tangential gestreckt sind, reagiren die 1—3 Schichten des Sclerenchyms der Innenrinde gleich der Stützscheide. Auch sind die Zellen der Stützscheide und der inneren Innenrinde gleich geschichtet und getüpfelt. Die Neigung zur doppelten und mehrfachen Stütz- und Steifungsscheidenbildung ist eine ziemlich häufige (Agrostis, Heleocharis acicularis und andere), wenn auch nicht in einer so deutlichen Weise, wie bei Cinna und Muehlenbergia.

Noch muss hier erwähnt werden, dass sich bei Carex hirta und Carex vulgaris einzelne Zellen der innersten Rindenschicht zu Stützscheidezellen umwandeln, was aber auch bei den genannten Arten nur ausnahmsweise und höchst selten vorkommt[1]).

War jetzt von einer Verdoppelung und Vermehrung der Leitbündelscheide die Rede, so zeigen die **Nebenwurzeln** eine solche Bildung niemals, sondern es scheint bei ihnen das Streben auf noch grössere Vereinfachung der Schutz- und Stützelemente des Mutterorgans gerichtet zu sein. Ganz abgesehen davon, dass es bei den Nebenwurzeln von Agrostis vulgaris nie zur Bildung einer doppelten Stützscheide kommt, werden hier dem Phloem gegenüber allein

1) Ob der Buchstabe *a* in der Fig. 14, auf Taf. XIX, bei Duval-Jouve nicht verdruckt ist?

nur Stützscheidezellen entwickelt, und das Xylem durch das Pericambium von Zellen geschieden, die wie alle Zellen der Innenrinde gebildet sind. Wiewohl diese Erscheinung nicht vereinzelt im Pflanzenreiche dasteht, so dürfte dieselbe hier doch, zieht man den Aufbau unseres Wurzeltypus in Betracht, als ganz besonderer Fall aufgefasst werden (Taf. III, fig. 28). Bei Oryza sativa wurde dieses eigenthümliche Verhalten der Scheidenzellen zu den Leitbündelelementen bei einer Nebenwurzel (2ter Ordnung) einmal beobachtet, bei derselben Nebenwurzel, bei welcher die, pag. 20 erwähnte, Aussenscheide fehlte.

Als Nachtrag für die gesammte Rindenbildung, hauptsächlich in Bezug auf die Vertheilung des Typus I und II, und auf das Verhältniss dieser hier aufgestellten Rindentypen dem Leitbündel gegenüber, sei mir noch folgende Schlussfolgerung erlaubt: Ist die Leitbündelbeschaffenheit eine des Schutzes und der Stütze bedürftige, so finden wir überall den Rindentypus II; ist dagegen die Leitbündelbeschaffenheit eine in sich schon starke zu nennen, so finden wir durchgängig den Rindentypus I. Dabei darf nicht unerwähnt bleiben, dass Ausnahmefälle jener beobachteten Thatsachen vorkommen.

In folgender Uebersichtstabelle sind alle zur Untersuchung gekommenen Gramineen- und Cyperaceen-Wurzeln, je nach der Zugehörigkeit zu einem Rindentypus und dessen Unterabtheilungen, nochmals aufgezählt:

Rinde der Gramineen-

Rindentypus I.

A. Persistiren der Rinde.

a. AR. ohne Interc. zuw. scler.

Holcus lanatus
Anthoxanthum odoratum
Avena sativa
» pratensis
Melica altissima

b. AR. u. IR. mit Interc.

Hordeum vulgare

c. AR. u. IR. ohne Interc.

Leptochloa arabica

B. Schwinden der Rinde.

Panicum palmifolium
Muehlenbergia glomerata
Cinna mexicana
Calamagr. lanceolata
» Epigeios
» elata
Ammophila baltica
Dactylis glomerata
Cynosurus cristatus
Festuca ovina
Bromus mollis
» tectorum
Lolium temulentum
Elymus sabulosus
» canadensis

C. Uebergangsform

1. Zwischen Typus Ia und Ty

Zea Mays
Milium effusum
Deyeuxia retrofrac
Trisetum distichopl
» argenteu
Triodia decumbens
Triticum vulgare
» polonicu
» Spelta
» repens
Agropyrum junceu
» gigant
Eremopyrum crista
Secale cereale

2. Zwischen Typus I und Typ

a. Zw. Ia und IIa.

Agrostis alba
» vulgaris
Briza media

b. Zw. Ib und IIa.

Gynerium argenteu
Festuca rubra

Anmerkung.

Uebergangsformen.

zwischen Typus II a und Typus II b.

Vollständiges Schwinden der äusseren Innenrinde bis auf einen radialen Zellenstra

a. Radiales Collabiren.
vorhergegangen.

Die meisten
Andropogoneae.

b. Tangentiales Collabiren.
vorhergegangen.

Die meisten
Cypereae.

eraceen-Wurzeln.

Rindentypus II.

A. Radiales Collabiren.

hf. u. mehrschichtiges Sclerenchym der AR.

Phalaris arundinacea
Stipa pennata
» capillata
» gigantea
Aira caespitosa
Phleum pratense
Poa pratensis
» fertilis
» nemoralis
Tricholaena rosea
Sorghum Caffrorum
» bicolor
» saccharatum

eten 1 dünnwandigen und weitlichtigen Aussen-nschicht unter der Epidermis.

Eine solche mit mehrschichtigem Sclerenchym.

Bambusa arundinacea
Lasiagrostis splendens
Imperata sacchariflora
Erianthus Ravennae
Andropogon giganteus
Eulalia japonica

Eine solche mit einer besonders verdickten Schicht.

α. *Ohne weitere Aussenrindenschichten.*

Oryza sativa
Setaria viridis

β. *Mit weiteren Aussenrindenschichten.*

Molinia coerulea
Nardus stricta

Eine solche mit 2 besonders verdickten AR-schichten.

Bambusa glauca (?)

Eine solche und eine bes. verdickte AR-schicht mit lazwischenliegendem Sclerenchym.

Saccharum cylindricum

Drei solche u. eine besonders verdickte AR-schicht nit dazwischenliegendem Sclerenchym.

Phragmites communis

ndere Bildungen der Aussenrinde.

Eleusine gracilis
Alopecurus geniculatus
Glyceria spectabilis
» fluitans

B. Tangentiales Collabiren.

1. Gleichf. u. mehrschichtiges Sclerenchym der AR.

a. 2—3 Schichten:

Carex hirta
» filiformis
» ampullacea
» Pseudocyperus
» rhynchophysa
» Drymeia
» Oederi
» limosa
» vulgaris
» caespitosa
» stricta
» Buxbaumii
» chordorrhiza
Cyperus Papyrus
» globosus
» flavescens
» fuscus
» vegetus
» rotundus
» aureus
» serotinus

} Nach Duval-Jouve.

b. Mehr als 3 Schichten, mächtig entwick. Sclerench.

Carex montana
» spec.?
Cyperus Ginge
» Luzulae
» albostriatus
» elegans
» japonicus
» alternifolius
» longus n. v. T.
» distachyos

} Nach Duval-Jouve.

Galilea mucronata
Heleocharis palustris

2. Auftreten einer weitlichen, etwas verdickten Aussenrindenschicht unter der Epidermis.

a. Eine solche mit mehrschichtigem Sclerenchym.

Carex hordeiformis
» globularis
» loliacea
» stellulata
» sparganioides
» teretiuscula
» dioica
Eriophorum vaginatum
» latifolium
» alpinum
» gracile

b. Eine solche ohne weiteres Sclerenchym.

Scirpus lacustris
» Baeothryon
» Savii
Heleocharis acicularis

c. 3 soiche mit 2 besond. verdickt. Aussenrindensch.

Scirpus silvaticus.

Rinde der Gramineen- und Cyperaceen-Wurzeln.

Rindentypus I.

A. Persistiren der Rinde.

a. AR. ohne Interc. zuw. scler.
- Holcus lanatus
- Anthoxanthum odoratum
- Avena sativa
- » pratensis
- Melica altissima

b. AR. u. IR. mit Interc.
- Hordeum vulgare

c. AR. u. IR. ohne Interc.
- Leptochloa arabica

B. Schwinden der Rinde.

- Panicum palmifolium
- Muehlenbergia glomerata
- Cinna mexicana
- Calamagr. lanceolata
- » Epigeios
- » elata
- Ammophila baltica
- Dactylis glomerata
- Cynosurus cristatus
- Festuca ovina
- Bromus mollis
- » tectorum
- Lolium temulentum
- Elymus sabulosus
- » canadensis

C. Uebergangsformen.

1. Zwischen Typus Ia und Typ
- Zea Mays
- Milium effusum
- Deyeuxia retrofra
- Trisetum distichop
- » argentea
- Triodia decumbe
- Triticum vulgare
- » polonicum
- » Spelta
- » repens
- Agropyrum junceum
- » giganteu
- Eremopyrum cristat
- Secale cereale

2. Zwischen Typus I und Typ
a. Zw. Ia und IIa.
- Agrostis alba
- » vulgaris
- Briza media

b. Zw. Ib und IIa.
- Gynerium argentea
- Festuca rubra

Anmerkung. **Uebergangsformen.**

zwischen Typus II a und Typus II b.

Vollständiges Schwinden der äusseren Innenrinde bis auf einen radialen Zellenstra

a. Radiales Collabiren. vorhergegangen.

Die meisten **Andropogoneae.**

b. Tangentiales Collabiren. vorhergegangen.

Die meisten **Cypereae.**

Rindentypus II.

A. Radiales Collabiren.

1. Gleichf. u. mehrschichtiges Sclerenchym der AR.
- Phalaris arundinacea
- Stipa pennata
- » capillata
- » gigantea
- Aira caespitosa
- Phleum pratense
- Poa pratensis
- » fertilis
- » nemoralis
- Tricholaena rosea
- Sorghum Caffrorum
- » bicolor
- » saccharatum

2. Auftreten 1 dünnwandigen und weitlichtigen Aussenrindenschicht unter der Epidermis.

a. Eine solche mit mehrschichtigem Sclerenchym.
- Bambusa arundinacea
- Lasiagrostis splendens
- Imperata sacchariflora
- Erianthus Ravennae
- Andropogon giganteus
- Eulalia japonica

b. Eine solche mit einer besonders verdickten Schicht.

α. *Ohne weitere Aussenrindenschichten.*
- Oryza sativa
- Setaria viridis

β. *Mit weiteren Aussenrindenschichten.*
- Molinia coerulea
- Nardus stricta

c. Eine solche mit 2 besonders verdickten AR-schichten.
- Bambusa glauca (?)

d. Eine solche und eine bas. verdickte AR-schicht mit dazwischenliegendem Sclerenchym.
- Saccharum cylindricum

e. Drei solche u. eine besonders verdickte AR-schicht mit dazwischenliegendem Sclerenchym.
- Phragmites communis

Besondere Bildungen der Aussenrinde.
- Eleusine gracilis
- Alopecurus geniculatus
- Glyceria spectabilis
- » fluitans

B. Tangentiales Collabiren.

1. Gleichf. u. mehrschichtiges Sclerenchym der AR.

a. 2–3 Schichten:
- Carex hirta
- » filiformis
- » ampullacea
- » Pseudocyperus
- » rhynchophysa
- » Drymeia
- » Oederi
- » limosa
- » vulgaris
- » caespitosa
- » stricta
- » Buxbaumii
- » chordorrhiza
- Cyperus Papyrus
- » globosus
- » flavescens
- » fuscus
- » vegetus
- » rotundus
- » aureus
- » serotinus

Nach Duval-Jouve.

b. Mehr als 3 Schichten, mächtig entwick. Sclerench.
- Carex montana
- » spec.?
- Cyperus Ginge
- » Luzulae
- » albostriatus
- » elegans
- » japonicus
- » alternifolius
- » longus n. v. T.
- » distachyos
- Galilea mucronata

Nach Duval-Jouve.
- Heleocharis palustris

2. Auftreten einer weitlichen, etwas verdickten Aussenrindenschicht unter der Epidermis.

a. Eine solche mit mehrschichtigem Sclerenchym.
- Carex hordeiformis
- » globularis
- » loliacea
- » stellulata
- » sparganioides
- » teretiuscula
- » dioica
- Eriophorum vaginatum
- » latifolium
- » alpinum
- » gracile

b. Eine solche ohne weiteres Sclerenchym.
- Scirpus lacustris
- » Baeothryon
- » Savii
- Heleocharis acicularis

c. 3 solche mit 2 besond. verdickt. Aussenrindensch.
- Scirpus silvaticus.

C. Leitbündelgewebe.

Das junge Leitbündel besteht aus dünnwandigen, zarten, tafelförmig hexagonalen, ja cubischen Zellen, die ohne Intercellularräume an einander schliessen. Mit der allmäligen Differenzirung des Protoxylems, Protophloems und der grossen Gefässe, nehmen auch bestimmte Zellenparthieen einen bestimmten Charakter an, in denen gleichsam eingebettet die vornehmsten Bestandtheile des Leitbündels liegen. Die Gewebeformen des Leitbündels, mit Ausschluss des Phloems und Xylems, wären drei: 1tens das Mark, 2tens die Leitzellen, 3tens das Pericambium. Da meiner Ansicht nach noch keine definitive Bestimmung des Leitbündelgewebes stattgefunden hat[1]), nehme ich drei Gewebeformen des Leitbündels an: das Mark, die Leitzellen und das Pericambium, mehr der Uebersichtlichkeit wegen, als wenn ich wirklich die Ueberzeugung hätte, dass jede dieser drei Gewebeformen in morphologischer und physiologischer Hinsicht verschieden sei, und das jede dieser drei Gewebeformen in allen Wurzelstrangleitbündeln eine von der der andern Gewebeformen zu unterscheidende Ausbildung erfährt. Dem ist nicht so; man kann sogar in den meisten Fällen, vorzüglich bei ausgebildetem Entwickelungsstadium des Leitbündels keinen Unterschied, geschweige denn eine Grenze, zwischen den ebengenannten Formen finden.

Mark. Das sogenannte Mark geht aus der Centralparthie des Protomeristems hervor[2]), bildet eine seltene Erscheinung unter den Gramineen- und Cyperaceen-Wurzeln, und tritt nur in solchen Wurzeln auf, die sich durch besondere Grösse ihres Leitbündels auszeichnen, wie bei: Zea, Gynerium, Bambusa, Saccharum, Imperata, Erianthus, Sorghum und einigen anderen, bei denen es schwer fällt, das Centralgewebe des Leitbündels für Markparenchym zu erklären. Obgleich die Wurzel von Molinia coerulea und vielen anderen Gräserwurzeln auch nach einigen Seiten hin zu denjenigen mit grossem Leitbündel zu rechnen wäre, treffen wir dort kein Mark an.

Das Mark, aus parenchymatischen Zellen bestehend, die zum Mittelpunkte hin weitlichtiger werden und grössere Intercellularräume haben, ist in den meisten Fällen scharf gegen die prosenchymatischen Leitzellen abgegrenzt, was bei allen obengenannten, ausserdem einzigen Beispielen, der Fall ist (Taf. III, fig. 27 *m*). Nach Chlorzinkjodbehandlung färbt sich das Markparenchym stets violett, gleich der äusseren Innenrinde, während die stark verdickten Leitzellen eine gelbe Färbung annehmen, also verholzen. Bei den übrigen Gramineen- und Cyperaceen-Wurzeln, bei denen kein Markparenchym vorhanden ist, ist eben die Centralparthie des Leitbündels von Leitzellen ausgefüllt, die aber in den meisten Fällen im Centrum weitlichtiger sind als an der Peripherie.

---

1) Vergl. Russow II, pag. 46 und pag. 47.
2) Nach van Tieghem secundärer Natur.

Die Grenze zwischen Mark und Leitzellen ist bei Cinna schwer zu finden, weil das Markparenchym allmälig in die Leitzellen übergeht und auch verholzt. Dagegen könnten die im Centrum des Leitbündels von Calamagrostis lanceolata und Panicum palmifolium liegenden Leitzellen, in Hinsicht ihres Nichtverholzens, füglich als Markparenchym aufgefasst werden, wenn nur eine scharfe Grenze zu den übrigen Leitzellen und das sonst charakteristische Attribut, die Intercellularräume, vorhanden wären. Bei Calamagrostis Epigeios sind dagegen deutliche Intercellularräume beobachtet worden. Bei Glyceria spectabilis sind gleichfalls die in der Mitte des Leitbündels befindlichen Leitzellen nach Chlorzinkjodbehandlung schwach violett tingirt.

Das Mark weist, wo es auftritt, die Eigenthümlichkeit auf, dass dasselbe in den Nebenwurzeln, d. h. Wurzeln 2ter Ordnung der betreffenden markhaltigen Wurzel 1ter Ordnung, wohl auftritt, aber ohne Intercellularräume ist, und in Wurzeln 3ter Ordnung gänzlich schwindet, wo dann die Centralparthie des Leitbündels, wie bei den übrigen Wurzeln, von Leitzellen ausgefüllt wird. Ja in Wurzeln weiterer Ordnung geht die Vereinfachung noch weiter. Vorher waren die grossen Gefässe im Kreise mehr an die Peripherie gestellt und mit jeder höheren Ordnung wurde nicht nur ihre Anzahl geringer, sondern sie rückten auch mehr dem Mittelpunkte näher, so dass jetzt hier, etwa bei Wurzeln 4ter Ordnung, ein centrales Gefäss sich nur noch findet.

Saccharum cylindricum hat, wie in der Aussenrinde (pag. 17, Tafel I, fig. 7), so auch hier diese eigenthümlich gestreiften Zellen (Tafel I, figur 8). Die bei der Rinde erwähnte Intercellularsubstanz (pag. 19) findet sich im Mark von Zea Mays wieder. Bei Erianthus Ravennae wurde das Vorkommen verstreuter Leitzellen im Markparenchym beobachtet.

Man könnte die Leitbündel in solche mit und ohne Mark eintheilen, weil erstere in ihrem übrigen Bau auch von den marklosen different sind, aber ich glaube, dass dieses Eintheilungsprincip aus vielen Gründen nicht durchführbar ist.

Leitzellen[1]). Vom Marke, wo dieses auftritt, immer scharf abgegrenzt, füllen die Leitzellen, mit Ausschluss des Phloems, des Xylems mit den grossen Centralgefässen und des Pericambiums, den übrigen Theil des Leitbündels aus. Bei einem prosenchymatischen Charakter erscheinen sie auf Querschnitten englichtiger als die übrigen Gewebeformen und verholzen und verdicken sich in den meisten Fällen ausserordentlich, zuweilen bis zum Schwund des Lumens (z. B. Setaria, Aira). Chlorzinkjod färbt die Leitzellen etwas dunkler gelb als das Xylem, und letzteres hat auch ein weit grösseres Lichtbrechungsvermögen als erstere (z. B. Stipa). Auch findet oft ein Nichtverholzen derselben statt, wie bei Phleum pratense, Calamagrostis lanceolata, Phalaris arundinacea, Glyceria und einigen Cyperaceen. Meist sind die Leitzellen an der Peripherie englichtiger und nehmen zur Mitte an Weite zu (Tab. I, fig. 16, Tab. II, fig. 22 und 23 gl); doch kann auch das Um-

1) Nach Russow I, pag. 8, Geleitzellen, II, pag. 18; van Tieghem: cellules conjonctives.

gekehrte stattfinden, wie bei Eleusine gracilis, Melica altissima und Lasiagrostis splendens. Im Verhältniss sehr englichtige und stark verdickte Leitzellen weisen die Carices auf, in welchen das verstreute Vorkommen von noch dickwandigeren, ausserdem durch ihre braune Färbung von den anderen hervortretenden Zellen, einige Male von mir beobachtet wurde. Während die Bestandtheile einer Phloemgruppe immer im Zusammenhange stehen und nie von Leitzellen getrennt werden, liegen nicht nur zwischen den grossen Centralgefässen des Leitbündels und zwischen den Protoxylemgefässen oft mächtige Schichten von Leitzellen, sondern die Protoxylemgefässe selbst werden in einigen Fällen von einander durch Leitzellen geschieden (z. B. Carex hirta, Carex hordeiformis und Lasiagrostis splendens) (Taf. I, fig. 19).

Pericambium[1]). Ob nur der äusserste Zellenbogen des Leitbündels, oder auch die zunächstliegenden, Pericambium genannt werden sollen, da das Phloem und Xylem hier bei den Gramineen- und Cyperaceen-Wurzeln oft von einer mehrfachen Zellenschicht von der Leitbündelscheide geschieden werden; ob nur der äusserste Bogen allein in dem Sinne als Pericambium gefasst werden soll: als Nebenwurzeln — erzeugender; ob ferner eine Grenze zwischen Leitzellen und Pericambium überhaupt vorhanden ist und worin sie besteht — soviel ich meiner Beobachtungsgabe zutraue, und was die Reactionen mit Chlorzinkjod anlangen, so besteht keine solche, denn bleibt erstere unverholzt, so sind die Leitzellen auch nicht verholzt u. s. w. — werde ich mich nicht erkühnen zu entscheiden, sondern ich werde die Beantwortung dieser Fragen älteren Forschern überlassen müssen. Jedenfalls mag das Pericambium einschichtig oder mehrschichtig sein, so werde ich im Folgenden alle diejenigen Zelllagen, die Phloem und Xylem von der Leitbündelscheide trennen, Pericambium nennen. Denn ich sehe nicht ein, da die Nebenwurzelentwickelung nur bei sehr wenigen Pflanzen[2]) und nur bei solchen mit einschichtigem Pericambium studirt ist, wesshalb man nur dem äussersten allein und nicht auch dem inneren Bogen eines mehrschichtigen Pericambiums die Befähigung Nebenwurzeln zu erzeugen zusprechen kann?

Anmerkung. Die Untersuchungen van Tieghems, die Ursprungsstelle der Nebenwurzeln betreffend, stimmen in den Hauptmomenten in so weit überein, dass er für die Gramineen die Insertionsstelle in dem Pericambium immer dem Phloem gegenüber annimmt, selbst dort, wo das Xylem nicht an die Leitbündelscheide tritt (Vergl. v. Tiegh.: Zea M.), mit alleiniger Ausnahme von Coix lacryma, wo van Tieghem ein Mal das Inseriren dem Xylem gegenüber beobachtete; aber dass er sich berechtigt glaubt für die Cyperaceen das Gegentheil anzunehmen, da er das Inseriren bei nur einer untersuchten Cyperus-Art, bei Cyperus longus, dem Xylem gegenüber sah, auch für die übrigen Cyperaceen,

1) Naegeli: Pericambium; Russow: Phloemscheide; van Tieghem: membrane periphérique, membrane génératrice, cellules rhizogènes.

2) Vergl. Naegeli und Leitgeb.

vorzüglich für die Cariceen und Scirpeen, wo das Xylem immer an die Leitbündelscheide tritt, geltend zu machen, finde ich sehr gewagt. Meiner Ansicht nach wäre, wenn man sich gewagten Conjecturen hingeben will, die Annahme, dass die Insertionsstelle der Nebenwurzeln zwischen den Xylemgruppen im Pericambium, bei den Cyperaceen und vorzüglich bei den Cariceen und Scirpeen, als normale, dagegen bei den Gramineen als eine gewissen Bedingungen unterworfene und Schwankungen ausgesetzte zu bezeichnen sei, eine viel gerechtfertigtere, basirt auf einem reichen Untersuchungsmateriale, in so weit sich eben meine Beobachtungen auf das Herantreten des Xylems an die Leitbündelscheide stützen. Aus einleuchtenden Gründen wäre eine vergleichende Untersuchung der Ursprungsstellen der Nebenwurzeln bei den Gramineen und Cyperaceen eine durchaus lohnende und dankbare Arbeit.

Das einschichtige Pericambium, abgesehen davon, dass es in bestimmten Fällen vom Xylem durchbrochen wird, läuft normal nie gleichmässig um den Umkreis des Leitbündels, sondern bildet dem Phloem gegenüber immer grössere Zellen[1]), um sich dann zum Xylem hin zu senken. Es sind immer zwei solcher Zellen bei Milium effusum; Ammophila baltica hat drei radialgestreckte. Gewöhnlich wird das Xylem von 4—7 solcher Pericambiumzellen von einander geschieden (1—4 hat Eriophorum und immer 2 Heleocharis acicularis, Taf. II, fig. 21 *a*). Besonders grosse Pericambiumzellen vor dem Phloem befinden sich in den Leitbündeln von Milium effusum und Calamagrostis lanceolata. Die sehr langen radialgestreckten Pericambiumzellen der letzteren Art sind noch durch eine besondere Eigenthümlichkeit ausgezeichnet: sie zeigen nämlich in älteren Entwickelungsstadien bei starker Verdickung in ihrer gemeinsamen Membran eine bauchige Anschwellung, die recht tief in das Lumen der Zelle hineingreift. An der Stelle der bauchigen Anschwellung der Membran erfolgt zuweilen eine Quertheilung, d. i. in tangentialer Richtung.

Gleichmässig fortlaufend und gleichmässig verdickt findet sich das einschichtige Pericambium bei Bambusa glauca (?) (Bambusa arundinacea hat ein unregelmässig verlaufendes Pericambium), Saccharum cylindricum, Erianthus Ravennae, bei den echten Cypergräsern und anderen, und nur vom Xylem unterbrochen bei den Cariceen und Scirpeen. Bei Carex vulgaris, C. caespitosa und C. stricta werden die Zellen zwischen dem Phloem und der Leitbündelscheide sogar englichtiger; es findet somit hier eine Abweichung vom Normalen statt. Hierher kann man auch das Pericambium von Dactylis glomerata ziehen. Die einzelnen Zellen desselben sind ziemlich unregelmässig gebildet und oft zwei kleinere über einander gelagert, verlaufen aber in eine gleichmässige Schicht.

Ein gleichförmig mehrschichtiges Pericambium kommt in der Weise, dass es zwischen dem Phloem und der Leitbündelscheide und zwischen dem Xylem und der Leitbündelscheide gleich viel Schichten bildet, nicht vor, sondern bei Nichtdurch-

1) Die cellules rhizogènes van Tieghems.

brechung des Pericambiums durch das Xylem sind auch dem Phloem mehr als eine Schicht, gewöhnlich 2—3 Pericambiumschichten, vorgelagert, wie z. B. bei Panicum palmifolium, Stipa capillata (Taf. III, fig. 33), Gynerium argenteum, Poa nemoralis, Triticum vulgare, Melica altissima und Erianthus Ravennae mit 4 Schichten. In solchen Wurzeln, in denen das Pericambium nicht immer vom Xylem durchbrochen wird, wechselt auch zwischen dem Phloem und der Leitbündelscheide die Schichtenmächtigkeit, wie z. B. bei Cinna mexicana und Melica altissima. Aber auch dort, wo das Pericambium immer vom Xylem durchbrochen wird, treten mehrere Pericambiumschichten vor das Phloem, so z. B. sind bei Milium effusum bald eine, bald zwei Pericambiumschichten zwischen dem Phloem und der Leitbündelscheide vorhanden. Auch das Xylem ist in einigen Wurzeln wohl mehr als durch eine Pericambiumschicht von der Leitbündelscheide getrennt: bei Gynerium argenteum sind die Protoxylemzellen durch 3—4, die Protophloemzellen durch 2—3 Zelllagen geschieden. Wie schon erwähnt, liegt bei Calamagrostis lanceolata zwischen dem Phloem und der Leitbündelscheide eine Pericambiumschicht mit den zwei charakteristischen Zellen, das Xylem dagegen ist durch 3—5 Zelllagen von der Leitbündelscheide getrennt.

Das Nichtverholzen der Pericambiumzellen tritt, wie schon erwähnt, überall da auf, wo auch die Leitzellen unverholzt bleiben (Vergl. pag. 31): Phleum pratense, Calamagrostis lanceolata, Phalaris arundinacea, Glyceria fluitans, Glyc. spectabilis, Carex filiformis, C. Oederi, C. vulgaris, C. caespitosa, C. stricta und Carex stellulata.

Das Pericambium der Nebenwurzeln weist hier auch wiederum Vereinfachungen der Bildungen der Mutterwurzeln auf. Erwähnten wir oben für die Wurzeln 1ter Ordnung von Erianthus Ravennae eine vierfache Pericambiumschicht zwischen dem Phloem und der Leitbündelscheide, so haben Wurzeln 2ter Ordnung nur eine dreifache, Wurzeln 3ter Ordnung nur eine zweifache oder einfache Pericambiumschicht aufzuweisen.

Phloem. In dem schon ziemlich ausgebildeten Gewebe einer jungen Wurzel, das aber noch meist in lebhafter Theilung sich befindet, erscheinen an vielen Punkten der Peripherie in bestimmten Abständen, ungefähr in derselben Ebene, von der in diesem Entwickelungsstadium noch nicht deutlich unterscheidbaren Schutzscheide durch das zum Pericambium werdende Gewebe getrennt, mild lichtbrechende, wenig verdickte Zellen von pentagonaler, oder quadratischer Form: die ersten Protophloemzellen (Taf. II, fig. 24). Sie sind meist nach Innen überlagert von zwei radialgestreckten, gleichfalls pentagonalen, oder quadratischen Zellen, die von einer grösseren, von oft polygonaler Form, gedeckt werden (Vergl. Taf. II und Taf. III, prphl, phl.). Alle diese eben genannten vier Zellen differenziren sich in centripetaler Reihenfolge. Dieses scheint mir das normale Verhältniss der Phloembildung bei den Gramineen- und Cyperaceen-Wurzeln zu sein. Später, durch tangentiale Theilung der beiden auf die erste Pentagonalzelle folgenden Zellen und durch radiale Theilung der darüberliegenden grösseren, vermehren sie sich bis zu acht Zellen, und immer so, dass die ursprüngliche Pentagonalzelle in ihrer Form bis zum vorgeschrittensten Entwickelungsstadium noch deutlich erkennbar und immer nach Aussen gelegen ist, während

eine weitlichtigere, dünnwandigere, eine Siebröhre, nach Innen liegt, im Halbbogen, der nach Innen offen ist, umlagert von den übrigen, links und rechts von der Pentagonalzelle vertheilten Phloemzellen. Selbstverständlich ist diese regelmässige Anordnung des Phloems nicht immer vorhanden, aber im Grossen und Ganzen kann man alle Phloemgruppen auf dieses Schema zurückführen. Van Tieghem leitet die Entwickelung einer ganzen Phloemgruppe aus den Theilungen einer Pentagonalzelle ab. Meint er eine bestimmte Pentagonalzelle des Protomeristems, die die Mutterzelle des ganzen Phloembündels ist, so habe ich darauf bezügliche Beobachtungen nicht gemacht. Nimmt er aber die erste Protophloemzelle, die ja pentagonal gestaltet ist, als Mutterzelle an, so kann ich nur soviel behaupten, dass, soviel ich gesehen, die erste Protophloemzelle mit den übrigen genannten drei Zellen gleichwerthig ist.

Die Pentagonalzelle — der Kürze wegen werde ich die erste Protophloemzelle stets so nennen — wird meist von auffallend grösseren Zellen des Pericambiums gestützt (Vergl. pag. 33), was aber bei den Cyperaceen nicht der Fall ist, und trifft gewöhnlich mit ihrer scharf nach Aussen gewendeten Spitze die Verbindungsmembran der beiden Pericambiumzellen. Die Zahl der Phloemzellen übertrifft nie die Ziffer 10, meist sind es 4, 5 oder 6, wogegen in den Wurzeln der übrigen Monocotyledonen immer mehr als 10 solcher Zellen zu sein scheinen. Nach van Tieghem hat Coix lacryma nur 2—3 und Bambusa arundinacea scheint constant 4 Protophloemzellen zu führen.

Ungewöhnlich ist das Auftreten des Phloems bei Eleusine gracilis (Taf. III, fig. 30). Um eine (seltener zwei) weitlichtige, tangentialgestreckte Siebröhre lagert sich nach Aussen ein Kranz englichtiger Phloemzellen (5—12), unter denen die erste Protophloemzelle, die Pentagonalzelle, immer deutlich hervortritt. Eine sehr grosse Siebröhre, etwa von der gleichen Grösse des grössten Protoxylemgefässes, von zahlreichen (8—10) Phloemzellen nach Aussen im Kranz umlagert, zeigen Lasiagrostis splendens (Taf. I, fig. 19), Bambusa glauca (?), Carex montana, Eriophorum gracile und andere. Bei Carex vulgaris ist das Phloem auch vielzellig, aber mit einer, was die Weitlichtigkeit anlangt, kaum von den übrigen Phloemzellen zu unterscheidenden Siebröhre.

Das Phloem und Xylem sind meist durch 2—3 Reihen Leitzellen von einander getrennt, seltener durch eine Reihe (z. B. Holcus lanatus (Taf. III, fig. 34), Panicum palmifolium, Aira caespitosa (fig. 32), Trisetum und andere). Triticum polonicum weist oft keine Leitzelle zwischen dem Phloem und Xylem auf, so dass hier ein unmittelbares Alterniren statt hat. Als einzigen Fall beobachtete ich, dass bei Carex stricta ein Mal die Phloemzellen zweier Phloemgruppen zusammenhingen und das einzige Xylemgefäss vollständig umlagerten.

Was die einzelnen Phloembestandtheile selbst anlangt, so konnte ich, ihrer Feinheit und Zartheit wegen, überhaupt nicht genau für alle constatiren, aus welchen Elementen sie zusammengesetzt waren, wo es oft nur vom glücklichen Zufall abhing ein Phloembündel zu treffen. Nach den wenigen Fällen, wo es mir glückte die Verhältnisse genau zu erkennen,

nach Querschnitten und nach den übrigen moncotylen Wurzeln zu urtheilen, lag nach Innen eine sehr zarte Siebröhre, die nach Aussen von äussert feinen Fasern gedeckt wurde.

Das Phloem bleibt immer unverholzt und giebt nach Chlorzinkjodbehandlung die charakteristische violette Färbung. Die einzigen Ausnahmefälle hiervon wären: Molinia coerulea und Festuca ovina; das Phloem nimmt bei den ebengenannten Wurzeln nach Chlorzinkjod eine gelbe Färbung an und zeigt somit ein Verholzen, welche Erscheinung auch bei anderen Monocotyledonen und Dicotyledonen, aber höchst selten, beobachtet worden ist[1]).

Anmerkung. Es ist mir nicht klar, aus welchen Ursachen Duval-Jouve in seinen vergleichend histotaxischen Untersuchungen das Phloem gar nicht berücksichtigt. Auch in den Abbildungen der Cyperus-Wurzeln, Taf. XIX, fehlt das Phloem vollständig. In den Einzelbeschreibungen erzählt derselbe Autor nur von kleinen peripherischen Gefässen und von Centralgefässen, aber des Phloems wird mit keiner Silbe erwähnt.

Xylem. Gleich nach der Entwickelung des Protophloems, in den meisten Fällen schon nach der Differenzirung der ersten Pentagonalzelle des Protophloems, erscheinen auf dem Querschnitt an der Peripherie des Leitbündels, zwischen die Phloemgruppen vertheilt, die ersten Protoxylemzellen, als mehr lichtbrechende und verdickte Zellen, um sich gleichfalls in centripetaler Richtung zu entwickeln, was hier jedoch nicht so ausnahmslos geschieht. Besonders deutliche Beispiele für die Entwickelung des Protoxylems nach der Entwickelung des Protophloems bieten uns Holcus lanatus (Taf. III, fig. 34) und Milium effusum (fig. 31). (Vergl. ausserdem Taf. I, II und III prx und x).

Das erste Protoxylemgefäss tritt in den meisten Fällen unmittelbar an die Schutzscheide und ist in den wenigsten Fällen, wie bei den übrigen Monocotyledonen-Wurzeln, durch das Pericambium getrennt. Das Herantreten und Nichtherantreten des Xylems an die Leitbündelscheide zeigt sich nicht immer in der Weise, dass nur in einer Wurzelart das Xylem durch das Pericambium geschieden, und in einer anderen Wurzelart nicht geschieden von der Leitbündelscheide vorkommt, sondern es giebt hier auch Uebergangsformen, in denen das Herantreten und Geschiedensein des Xylems von der Leitbündelscheide vereinigt auftritt. Das eine oder andere Stellungserhältniss des Xylems, in demselben Leitbündel vereinigt, kann bald vorwiegen, bald zurücktreten, bald in regelmässiger Aufeinanderfolge abwechseln, so dass ein förmliches Alterniren der Xylemgruppen, in Bezug auf das Herantreten und Geschiedensein von der Leitbündelscheide, statt hat[2]). Bezüglich des Herantretens und Nichtherantretens des Xylems an die Leitbündelscheide und des Zusammenvorkommens beider Stellungsverhältnisse in demselben Leitbündel, verweise ich auf die Uebersichtstabellen im letzten Abschnitte.

---

1) Vergl. Russow II, pag. 54.
2) Vergl. Russow II, pag. 8.

Die Zahl der Xylemgefässe überschreitet selten drei, meist sind es zwei und nur in vereinzelten Fällen sind es mehr als drei; häufig ist auch das Auftreten eines einzigen Xylemgefässes. Dieses Zahlenverhältniss gilt für beide obengenannten Stellungsverhältnisse des Xylems.

Wie das Xylem durch sein Stellungsverhältniss, bezüglich des Herantretens und Nichtherantretens an die Leitbündelscheide, eine Systematisirung der Wurzelleitbündel der Gramineen und Cyperaceen hergeben würde, so würden die Gruppirungen der Xylemgefässe unter sich, und die durch die Zahlenverhältnisse hervorgerufenen weiteren Stellungsverhältnisse des Xylems, zu Unterabtheilungen der beiden Hauptgruppen veranlassen. Da jede der Hauptstellungen des Xylems auch ihre besonderen Eigenthümlichkeiten in den weiteren Stellungsverhältnissen des Xylems besitzt, so will ich im Folgenden die beiden Hauptgruppen in dieser Hinsicht für sich auch zu beschreiben versuchen. Vorausschicken möchte ich neben einer Uebersichtstabelle noch Folgendes: Deutlicher lassen sich die Stellungsverhältnisse bei Herantreten des Xylems an die Leitbündelscheide überblicken, wozu sich auch die Uebergangsformen ziehen lassen, bei denen das Nichtherantreten in den Hintergrund tritt, als bei Nichtherantreten des Xylems an die Leitbündelscheide, wo die Stellungsverhältnisse oft so complicirter Natur sind, dass zur Einzelbeschreibung geschritten werden muss.

Stellungsverhältnisse des Xylems der Gramineen- und Cyperaceen-Wurzeln.

A. bei Herantreten des Xylems an die Leitbündelscheide.

a. ein einziges Gefäss.

b. zwei Gefässe (ein kleines tritt heran, ein grösseres nach Innen gelegen).

1. ein kleines, an dem ein grösseres hängt.

c. mehr als zwei Gefässe (durch Verdoppelung),

2. Verdoppelung des ersten englichtigen,
3. Verdoppelung des zweiten weitlichtigen,
4. Verdoppelung des ersten und des zweiten.

d. mehr als drei Gefässe.

B. bei Nichtherantreten des Xylems an die Leitbündelscheide.

a. mit einer Pericambiumschicht,

b. mit mehr als einer Pericambiumschicht,

d. Carex brizoides, Trisetum,

e. Radiale Längsreihen des Xylems,

f. Unregelmässiges Stellungsverhältniss des Xylems.

C. Uebergangsformen.

D. Stellungsverhältniss des Xylems der Nebenwurzeln.

A. Bei Herantreten des Xylems an die Leitbündelscheide haben ein einziges durch Weitlichtigkeit und Lichtbrechung sich auszeichnendes Xylemgefäss, meist eine noch hexagonale Form zeigend, alle untersuchten Carices (mit Ausnahme von Carex hirta, C. limosa, C. hordeiformis und C. rhynchophysa; Vergl. Taf. II, fig. 25), ferner Eriophorum (Taf. II, fig. 23), Scirpus und Heleocharis (Taf. II, fig. 21 *a*). Eleusine gracilis (Taf. III, fig. 30) hat oft zwei nebeneinanderliegende gleich weitlichtige Xylemgefässe. Anthoxanthum odoratum besitzt auch nur ein einziges Xylemgefäss, das sich aber durch seine besondere Englichtigkeit auszeichnet.

Zwei Xylemgefässe, von denen das erste, das an die Leitbündelscheide herantretende Gefäss, sich durch seine Englichtigkeit gleichsam wie eingekeilt zwischen die viel weitlichtigeren Pericambiumzellen ausnimmt, an welches das zweite, weitlichtigere, nach Innen sich anschliesst, hat die Mehrzahl der Gramineen-Wurzeln, die ein Herantreten des Xylems an die Leitbündelscheide besitzen. So gebildet ist das Xylem bei Oryza sativa (Taf. I, fig. 15 u. 16), Poa pratensis, Poa fertilis, Glyceria spectabilis, Bromus mollis, Br. tectorum, Festuca ovina, F. rubra, Nardus stricta, Hordeum vulgare und, nach van Tieghem, Hordeum bulbosum; selten fehlt das kleine an die Leitbündelscheide herantretende Gefäss, was bei Agrostis vulgaris übrigens nur ein Mal beobachtet wurde. Dagegen fehlt das kleinere Gefäss öfter als es vorhanden ist bei Alopecurus geniculatus.

Oft finden sich an Stelle des ersten englichtigen Gefässes zwei englichtige Gefässe, an welche nach Innen dann das weitlichtigere sich stützt, wie bei Phalaris arundinacea, Milium effusum (Taf. III, fig. 31), Avena pratensis, A. sativa und Glyceria fluitans. Das alleinige und verdoppelte Auftreten des englichtigen Gefässes sowohl, als das vollständige Fehlen desselben in demselben Leitbündel, kommt bei Deyeuxia retrofracta, Phleum pratense und Carex rhynchophysa vor.

Ein doppeltes Vorkommen des zweiten weitlichtigen Gefässes, das entweder seitlich oder nach Innen statt hat, so dass im ersteren Falle das englichtige, an die Leitbündelscheide gehende Gefäss, in die Mitte zwischen diesen beiden, dann gleich weitlichtigen Gefässen, zu liegen kommt, während im anderen Falle, wo das dritte Gefäss auf demselben Radius mit den übrigen liegt, das innerste das weitlichtigste und das an der Peripherie des Leitbündels liegende Gefäss das englichtigste ist, haben Cynosurus cristatus, Elymus canadensis, El. sabulosus und Secale cereale. Triticum sativum, mit einem doppelten Auftreten des englichtigen Gefässes, würde nach der Zeichnung von van Tieghem auch hierher zu zählen sein. Alle bisher aufgezählten Fälle des verdoppelten Auftretens und des vollständigen Fehlens des englichtigen Gefässes und des doppelten Auftretens des weitlichtigen vereinigt Lolium temulentum in seinem Leitbündel (Taf. III, fig. 29). Ein regelmässig strahlenförmig angeordnetes Xylem mit mehr als drei Gefässen, die zum Centrum hin an Weitlichtigkeit zunehmen, weist Cinna mexicana und Carex limosa auf. Ein ziemlich unregelmässig strahlenförmig angeordnetes Xylem hat dagegen Muehlenbergia glomerata. Briza media und Triodia decumbens haben, was das Zahl- und Stellungsverhältniss anlangt, ein ziemlich unregelmässig gebildetes Xylem. Dasselbe geht immer mit wenigstens einem Ge-

fässe, oft mit zwei, an die hier sehr verdickte Stützscheide; an dieses Gefäss lehnen sich nach Innen oder zur Seite mehrere andere, das erste Gefäss an Weitlichtigkeit nicht viel übertreffende Gefässe an, was auch nicht selten unterbleibt, so dass nur ein einziges Xylemgefäss vorhanden ist. Aira caespitosa (Taf. III, fig. 32) gehört in seiner Xylembildung auch hierher, nur dass das Xylem in Zahl und Stellung noch mehr variirt als bei Triodia und Briza, und dass sich in jeder Gruppe, die durchschnittlich aus 2—6 Gefässen besteht, ein von den anderen sich durch Grösse und Weitlichtigkeit und radiale Streckung auszeichnendes Gefäss findet.

Besonders hervorzuheben ist die unregelmässige Bildung des Xylems, in Bezug auf Zahl und Stellung, bei Carex hirta und Carex hordeiformis, obgleich nie mehr als zwei Gefässe in einer Xylemgruppe zur Entwickelung kommen. Normal geht immer ein Gefäss an die Stützscheide. Modificirt wird aber dieses Stellungsverhältniss durch Nichtherantreten des einen Xylemgefässes an die Stützscheide, durch Entwickelung eines zweiten Gefässes, das entweder an das erste grenzt, abgesehen davon, ob dieses an die Stützscheide geht oder nicht, oder durch eine oder zwei Leitzellen getrennt ist. Folgendes Bildungsschema für die Stellung des Xylems bei Carex hirta und Carex hordeiformis:

1. Xylemgefäss an die Stützscheide tretend { 1 Gefäss. / 2 Gefässe { zusammenhängend, / durch Leitzellen getrennt.
2. Xylemgefäss nicht an die Stützscheide tretend { 1 Gefäss. / 2 Gefässe { zusammenhängend, / durch Leitzellen getrennt.

B. Bei Nichtherantreten des Xylems an die Leitbündelscheide können dieselben Unterstellungsverhältnisse des Xylems statthaben, wie wir sie eben bei dem Herantreten des Xylems an die Leitbündelscheide gesehen haben, mit dem Unterschiede, dass eine bis mehrere Zellenschichten des Pericambiums dazwischen liegen. In den meisten Fällen ist es nur ein Protoxylemgefäss, das zur Entwickelung kommt, und wenn mehrere zusammen in einer Gruppe vorhanden sind, so sind sie einander an Weitlichtigkeit gleich, nur Trisetum distichophyllum und Tris. argenteum besitzen ein sehr englichtiges, durch das Pericambium geschiedenes Gefäss, an dem ein zweites, ein sehr weitlichtiges, nach Innen gelegenes hängt. Carex brizoides, das nach van Tieghem nie (?) mit dem einzigen Gefäss an die Leitbündelscheide geht, würde dann auch hierher zu ziehen sein. Radiale Längsreihen von Xylemgefässen (4—6) hat Bambusa.

Durch eine Pericambiumschicht wird das Xylem von der Leitbündelscheide geschieden bei Zea Mays, Alopecurus, Holcus lanatus, Lasiagrostis splendens, Setaria viridis, Panicum palmifolium, Arundinaria falcata[1]), Coix lacryma (nach van Tieghem), Ammophila baltica,

1) Nach Holle, siehe Falkenberg, pag. 194.

Leptochloa arabica, Poa nemoralis, Agropyrum- Eremopyrum- Triticum- Bambusa- und Trisetum-Arten, Carex brizoides (nach van Tieghem), bei den meisten Andropogoneen[1]) und den meisten Cypereen (auch den meisten von Duval-Jouve untersuchten Cyperus-Arten). In den Fällen, wo das Xylem nicht an die Leitbündelscheide geht, liegt auch nicht immer eine einfache Pericambiumschicht dazwischen, und sind mehrere Pericambiumschichten vorhanden, so brauchen sie auch nicht in demselben Leitbündel zwischen jedem Xylembündel und der Leitbündelscheide gleich vielschichtig zu sein. So finden wir denn mehr als eine Pericambiumschicht zwischen Xylem und der Leitbündelscheide: bei Stipa pennata, St. capillata (Taf. III, fig. 33) und St. gigantea 2—4 Schichten, bei Dactylis glomerata 2—3 Schichten, bei Calamagrostis elata, C. lanceolata und C. Epigeios 4—5 Schichten, bei Phragmites communis 2—3 Schichten (in der Taf. II, fig. 22 nicht deutlich), bei Melica altissima 2—4 Schichten und bei Gynerium argenteum 3—4 Schichten.

Ein ganz unregelmässig gebildetes Xylem in Bezug auf Zahl- und Stellungsverhältniss hat Zea Mays[2]) (Taf. III, fig. 27). Die Zahl der Xylemgefässe wechselt zwischen 1 und 8 und oft treten ein oder mehrere zugleich an die Leitbündelscheide. Gynerium argenteum[3]) ist, bezüglich der Zahl- und Stellungsverhältnisse des Xylems, gleich Zea Mays gebildet, aber nur in der Hauptstellung des Xylems und Phloems weicht Gynerium von Zea wesentlich ab. Während bei Zea das Xylem oft unmittelbar an die Leitbündelscheide geht und das Phloem nur von einer einfachen Pericambiumschicht von derselben getrennt wird, treten hier die Protoxylemgefässe tief im Innern der Leitzellen auf und die Protophloemzellen sind meist durch eine dreifache Pericambiumschicht von der Leitbündelscheide getrennt.

Eine noch unregelmässigere Xylembildung tritt bei Lasiagrostis splendens (Taf. I, fig. 19) auf. Bald geht das Xylem mit einem, bald mit zwei Gefässen an die Leitbündelscheide (das Herantreten jedoch geschieht nur selten und ausnahmsweise), bald ist das Xylem durch 1—4 Pericambiumschichten von der Leitbündelscheide getrennt, bald setzt es sich in einer radialen Reihe fort und bald sind die einzelnen Xylemgefässe durch die dazwischen liegenden Leitzellen getrennt.

Das Auftreten des Xylems ist bei Stipa capillata noch unregelmässiger als bei Lasiagrostis splendens (Taf. III, fig. 33). Das Protoxylem tritt bald als zweites, bald als drittes, bald als viertes und fünftes Gefäss von der Schutzscheide auf, geht aber nie an dieselbe. Auch sind die Xylemgefässe in der Zahl sehr verschieden und unterscheiden sich in älteren Entwickelungsstadien nach der Chlorzinkjodreaction von den Leitzellen durch hellgelbere Färbung und grössere Lichtbrechung, während die letzteren mehr bräunlich tingirt erscheinen. Dasselbe gilt auch von Stipa gigantea und St. pennata, mit dem Unterschiede, dass bei Stipa pennata einige Male ein Herantreten des Xylems an die Leitbündelscheide beobachtet wurde.

1) Nach van Tieghem tritt das Xylem bei Sorghum vulgare immer an die Leitbündelscheide heran (?).

2) Vergl. Russow II, p. 54; van Tieghem pag. 142, daselbst Pl. XIII, fig. 30.

3) Vergl. Russow II, pag. 54.

C. Ein regelmässig abwechselndes Herantreten und Geschiedensein des Xylems von der Leitbündelscheide, mit einem Worte, ein Alterniren der Xylemgruppen in Bezug auf dieses Stellungsverhältniss, ist nur bei einzelnen wenigen Gramineen- und Cyperaceen-Wurzeln beobachtet worden. Bei Triticum repens alterniren in der Weise sechs Xylemgruppen mit einander und bei Saccharum cylindricum, Tricholaena rosea, Chloris polydactyla, und Cyperus elegans tritt immer ein grosses Xylemgefäss bald heran, bald ist es von der Leitbündelscheide durch das Pericambium geschieden. Van Tieghem giebt ein gleiches Stellungsverhältniss des Xylems für Paspalum Michauxianum an; desgleichen Duval-Jouve für Cyperus rotundus und Russow für Triticum[1]).

Die Zahl der zwischen den einzelnen Xylemgruppen liegenden Pericambiumzellen ist 4—7, meist 5, jedoch kommen oft mehr, seltener aber weniger als 5 vor. Eriophorum gracile hat gewöhnlich 4, oft 2—3, und einige Male beobachtete ich sogar nur eine einzige Pericambiumzelle, die die 2 Xylemgefässe trennte. (Taf. II fig. 23). Heleocharis acicularis hat constant zwei Pericambiumzellen, die grösser als die Xylemgefässe, tangential gestreckt und von dreieckiger Form sind, und die gegenüber dem Phloem sich mit ihren zugespitzten Enden berühren (Taf. II, fig. 21 *a*).

Zwischen dem Phloem und Xylem liegen gewöhnlich zwei Lagen Leitzellen, aber auch sehr hänfig nur eine einzige Leitzelle, wie z. B. bei Oryza sativa (Taf. I, fig. 15 und 16), Holcus lanatus (Taf. III, fig. 34), Anthoxanthum odoratum, Panicum palmifolium, bei Calamagrostis-Arten und bei vielen anderen. Triticum polonicum hat oft gar keine Leitzelle zwischen dem Phloem und Xylem, so dass wir hier ein unmittelbares Alterniren des Phloems und Xylems haben. Bei Carex stricta wurde ein Mal beobachtet, wie die Phloemzellen zweier Phloemgruppen zusammenhingen und das einzige Xylemgefäss vollständig umschlossen (Vergl. pag. 35).

Die Entwickelung des Xylems ist, wie die des Phloems, mit einigen wenigen Ausnahmen centripetal, und die in centripetaler Folge gebildeten neuen Gefässe sind fast immer weitlichtiger, als die der Peripherie zunächst liegenden. Eine centrifugale Entwickelung des Xylems ist nur in vier vereinzelten Fällen beobachtet worden.

Bei Glyceria spectabilis und Gl. fluitans entwickelt sich das weitlichtigere, von den Pericambiumzellen geschiedene, Protoxylemgefäss zuerst und darauf das an die Schutzscheide gehende englichtigere. Bei Glyceria fluitans entwickeln sich auch oft statt des einen zwei englichtige Protoxylemgefässe zwischen dem weitlichtigeren Gefäss und der Schutzscheide.

Bei Holcus lanatus (Taf. III, fig. 34) kommt ein centripetales und centrifugales Entwickeln des Xylems zugleich vor. Sind zwei Protoxylemgefässe vorhanden, so bildet sich zuerst das englichtigere, an die Schutzscheide stossende, worauf das nach Innen gelegene weitlichtige Gefäss gebildet wird. Sind drei Protoxylemgefässe vorhanden, so bildet sich

1) Vergl. van Tieghem pag. 144; Duval-Jouve pag. 379; Russow II pag. 54.

das mittlere (*a*) zuerst, dann wiederum das weitlichtige (*b*) und zuletzt das an der Schutzscheide liegende Gefäss (*c*) aus. Die Entwickelung des letzteren kann unterbleiben und somit ist dann die Xylemgruppe durch das Pericambium getrennt.

Wie bei Glyceria wurde auch bei Elymus sabulosus ein rein centrifugales Entwickeln des Xylems beobachtet. In der Reihenfolge der Buchstaben der Protoxylemgefässe der beiden Figuren 35 und 36 auf Taf. III ging auch die Bildung derselben an den zur Untersuchung gekommenen Objecten vor sich. Zuerst entwickelte sich das dritte Gefäss (*x a*) von der Schutzscheide, darauf das zweite (*x b*) und zuletzt das an der Schutzscheide liegende Protoxylemgefäss (*x c*). Die Protoxylemgefässe *x b* und *x c* bilden sich zuweilen zu gleicher Zeit aus, aber immer nur, wenn *x a* sich schon differenzirt hat. Bei einer aus gleichen Gesichtspunkten untersuchten Nebenwurzel traten dieselben Entwickelungsverhältnisse hervor und wiederum nach der alten Regel: in gedrängterer Weise. Zuerst bildete sich hier eine vom Pericambium getrennte Zelle zum ersten und dann darauf die zwischen dieser und der noch nicht entwickelten Schutzscheide sich befindendez Zelle zum zweiten Protoxylemgefäss aus.

Ehe ich von den Centralgefässen rede — die grösseren zum Centrum hingerückten Xylemgefässe sind nicht immer centrale Gefässe, doch da sie die am meisten zum Centrum gelegenen Leitbündelelemente sind, will ich sie der Kürze halber so nennen — möchte ich vorausschicken, aus welchen Gründen ich dieselben nicht mit in das Stellungsverhältniss des Xylems, besser Protoxylems, hineinzog, da sie doch auch nur Xylemelemente sind. Zuvörderst sei darauf hingewiesen, dass das vorherbesprochene Xylem sich vor diesen grossen Gefässen entwickelt, welches ich daher nach Russow Protoxylem[1]) genannt habe; ferner stehen diese Centralgefässe nie (mit seltenen Ausnahmen) in unmittelbarem Zusammenhange mit dem Protoxylem, sie sind von demselben und von einander immer durch Leitzellen getrennt; ferner ist die Anzahl aller Xylemgruppen eines Leitbündels nie gleich der Anzahl der Centralgefässe desselben Leitbündels, die stets isolirt in einen mehr oder weniger peripherischen Kreis geordnet sind; ferner ist die Weitlichtigkeit der Centralgefässe durchschnittlich um das Zehnfache grösser als das weitlichtigste der Protoxylemgefässe; schliesslich, was den bedeutendsten Unterschied zwischen Protoxylem und Centralgefässen ausmacht, führt das Protoxylem in demselben Leitbündel anders gebildete Gefässe als die Centralgefässe.

Die Protoxylemgefässe sind meist Leiterzellen, Poren- und Netzgefässe und eigenthümlich schraubennetzförmige Gefässe; die Centralgefässe sind Poren- Netz- und Leitergefässe und vorzüglich Porenleitergefässe. So besteht z. B. das Protoxylem von Zea Mays aus schraubennetzförmigen Gefässen und die Centralgefässe aus Netzgefässen. Zwischen den Protoxylemgefässen und den grossen Netzgefässen bei Zea, durch Leitzellen getrennt, liegen noch Xylemgefässe, die auch Netzgefässe sind, aber eine Uebergangsform zu den Leitergefässen bilden (Taf. III, fig. 27). Ebenso sind die Protoxylemgefässe bei Gynerium

1) Vergl. Russow II pag. 20: primordiale Gefässe.

argenteum schraubennetzförmige, die grossen Centralgefässe Porengefässe, und die dazwischen liegenden kleineren Xylemgefässe porenleiterförmige Gefässe. Bei Carex Pseudocyperus, C. hirta, C. montana, C. Drymeia, C. vulgaris, C. stricta, C. caespitosa sind die Protoxylemgefässe Leiterzellen [1]) und die Centralgefässe Porenleitergefässe. Die Tüpfelung der Porengefässe ist eine sehr deutliche und grosse, nur die Porengefässe von Phragmites communis zeichnen sich durch äusserst feine Tüpfelung aus.

In den von mir untersuchten Gramineen- und Cyperaceen-Wurzeln habe ich nie Schrauben- und Ringgefässe finden können. Van Tieghem spricht dagegen bei Triticum sativum von vaisseaux annelés et spiralés und bei Zea Mays vom premier vaisseau annelé. Caspary, der auch die Gefässe in den Wurzeln von Zea aufzählt, giebt nur Netzzellen, Netzgefässe und Leitergefässe an und bemerkt dazu noch ausdrücklich, dass er keine Schrauben- und Ringgefässe gefunden hat [2]). Caspary giebt ferner für die Wurzel von Phragmites communis Leiterzellen und Porenleitergefässe, von Carex Oederi und Scirpus lacustris Leitergefässe an. Das premier vaisseau annelé van Tieghems und wahrscheinlich die Netzzelle Caspary's, das erste Protoxylemgefäss bei Zea, konnte ich nicht für eine reine Netzzelle halten, sondern wie schon erwähnt, für ein eigenthümlich schraubennetzförmiges Gefäss. Ebenso habe ich das Porenleitergefäss Caspary's für Phragmites einfach Porengefäss genannt, weil mir das leiterförmige Gefüge der Gefässe zu wenig deutlich erschien.

Dass van Tieghem wiederholt von Schrauben- und Ringgefässen spricht, und diese allein für die Cyperaceen- und Gramineen-Wurzeln erwähnt, liegt meiner Ansicht nach in dem Umstande, dass van Tieghem sich nicht die Zeit genommen hatte, seine Untersuchung auch auf Längsschnitte auszudehnen; begründet wird meine Ansicht dadurch, dass man oft auf Querschnitten die nicht vollständig resorbirte Querwand der Gefässe sehen kann, die sich als ein dicker Ringwulst erweist, und vollends noch auf Querschnitten, die nicht ganz senkrecht zur Längsaxe gehen, wo dann Leitergefässe und andere Gefässe schraubig verdickt erscheinen. Ich muss hier aufrichtig gestehen, dass ich dadurch oft aufgefordert wurde, mich durch Längsschnitte vom wahren Sachverhalte zu überzeugen.

Die Anzahl der im Leitbündel vertheilten grossen Centralgefässe ist meist abhängig von der absoluten Grösse des Leitbündels selbst. Bei den kleinen Wurzel-Arten finden sich, wie bei Festuca ovina, F. rubra und Heleocharis acicularis (Taf. II, fig. 21*a*), ein centrales Gefäss, bei Poa-Arten 2—4 Centralgefässe, gewöhnlich 5—10 Gefässe; bei den grösseren Wurzel-Arten aber zwanzig oder mehr Centralgefässe, wie bei Saccharum cylindricum; Zea Mays hat bis vierzig solcher Gefässe. Oft kommt es vor, dass um ein grosses centrales Gefäss sich eine Anzahl gleichwerthiger Gefässe befindet, wie bei Dactylis glomerata 8—12

---

1) Vergl. Sachs pag. 27, fig. 27; ferner Duval-Jouve, Cyperus globosus, pag, 367: «Ce dernier (vaisseau central) a ses parois d'articulation très-obliques, ce qui simule deux vaisseaux quand la coupe tombe sur l'articulation».

2) Vergl. Russow II, pag. 20 und pag. 21.

und bei Elymus sabulosus 7—8 Gefässe, oder eine Anzahl ungleichwerthiger Gefässe, wie bei Cyperus Ginge, wo um ein centrales Porenleitergefäss herum 6—10 Leitergefässe im Kreise liegen. Oft findet sich unter den in einen regelmässigen Kreis gestellten grossen Centralgefässen eine Menge bald symmetrisch, bald unregelmässig vertheilter, kleinerer Gefässe, wie bei Bambusa glauca (?), Zea Mays, Gynerium argenteum, Carex hirta und anderen.

Durchgängig symmetrisch an der Peripherie vertheilt, correspondirt das Xylem mit den grossen Centralgefässen nicht etwa in der Weise, dass es strahlig auf dieselben zuläuft und zusammenhängt, sondern es fallen durchgängig zwei Xylemgruppen, resp. Phloemgruppen auf ein grosses Gefäss [1]) Ist nur ein einziges centrales Gefäss vorhanden, so zählte ich meist acht Xylemgruppen. Bei den grösseren Wurzel-Arten (Bambusa u. a.) war die Anzahl der Xylemgruppen 4—5, die je auf ein grösseres mehr nach Innen gelegenes Gefäss kamen.

Nicht nur, dass wir wiederum in den Nebenwurzeln Vereinfachungen der Verhältnisse des Mutterorgans treffen, sondern wir finden in den meisten Fällen auch überhaupt nur ein einziges centrales Gefäss von gleicher Bildung, wie in der Mutterwurzel, wie bei Agrostis vulgaris (Taf. III, fig. 28), Avena sativa und Cynosurus cristatus, oder die Anzahl der Protoxylemgefässe sowohl, als die der grossen Centralgefässe wird stark reducirt. So z. B. hat Muehlenbergia glomerata in den Wurzeln 1ter Ordnung ein unregelmässig strahlenförmig angeordnetes Protoxylem von 4—5 Gefässen und fünf grosse Centralgefässe, in den Wurzeln 2ter Ordnung nur ein englichtiges, an dem nach Innen ein weitlichtiges Xylemgefäss hängt und nur ein grosses centrales Gefäss. Ebenso findet eine Verminderung der Xylem- resp. Phloemgruppen statt. Oryza sativa, Phragmites communis (Taf. I, fig. 14), Agrostis vulgaris (Taf. III, fig. 28) und andere haben in Nebenwurzeln (?ter Ordnung) oft nur zwei Xylem- und zwei Phloemgruppen, die sich gegenübergestellt sind.

Die Bildung der Nebenwurzeln überhaupt, in Hinsicht des Herantretens oder des Geschiedenseins des Xylems von der Leitbündelscheide, divergirt in vielen Fällen vollständig mit diesem Stellungsverhältniss des Xylems der Mutterwurzel. Es ist mir nicht gelungen, nachzuweisen — was übrigens gar nicht in der Aufgabe dieser Arbeit liegt — wann ein Divergiren, wann ein Correspondiren der Xylembildung der Nebenwurzeln mit der Mutterwurzel statt hat. Doch zu einer Verallgemeinerung glaube ich mich berechtigt: Ein Correspondiren der Xylembildung der Mutter- und Nebenwurzeln findet überall da statt, wo das Xylem in der Mutterwurzel nicht an die Leitbündelscheide geht. Ein Divergiren der Xylembildung der Mutter- und Nebenwurzel, bei Herantreten des Xylems an die Leitbündelscheide im Mutterorgane, findet überall da statt, wo das Leitbündel und die einzelnen Leitbündelelemente auf einen möglichst kleinen Raum beschränkt sind, wie wir es an Agrostis vulgaris und Oryza sativa sehen. Mit einem Wort, das normale Stellungsverhält-

1) Vergl. Russow II, pag. 55 und Falkenberg, pag. 192.

niss des Xylems, wie es bei allen übrigen Monocotyledonen vorkommt, kehrt bei Wurzeln weiterer Ordnungen wieder zurück.

Das umgekehrte Verhältniss scheint bei Zea Mays statt zu finden. In Wurzeln weiterer Ordnungen scheint hier das Herantreten des Xylems an die Leitbündelscheide häufiger zu sein als in der Mutterwurzel. Die Zeichnung van Tieghems (pl. 6, fig. 30) von Zea Mays muss, nach der Beschreibung derselben, von einer Wurzel 2ter Ordnung stammen[1]).

In nachstehender Tabelle sind der grösseren Uebersicht wegen alle Stellungsverhältnisse des Xylems der untersuchten Gramineen- und Cyperaceen- Wurzeln zusammengefasst:

1) Vergl. Russow II, pag. 54.

Stellungsverhältniss des Xylems

A. Herantreten des Xylems an die Leitbündelscheide.

A. Ein einziges Gefäss.

Anthoxanthum odoratum
Eleusine gracilis
Carex filiformis
» ampullacea
» Pseudocyperus
» Drymeia
» Oederi
» fulva
» globularis
» montana
» vulgaris
» caespitosa
» stricta
» loliacea
» stellulata
» teretiuscula
» chordorrhiza
» dioica
» Buxbaumii
» sparganioides
» ?
Eriophorum gracile
» latifolium
» vaginatum
» alpinum
Scirpus lacustris
» silvaticus
» Baeothryon
» Savii
Heleocharis palustris
» acicularis
Cyperus globosus
» fuscus
» vegetus
» serotinus
} Nach Duval-Jouve.

B. 2 Gefässe.

1) Ein englichtiges u. ein weitlichtiges.

a. immer beide vorhanden.

Oryza sativa
Poa pratensis
» fertilis
Glyceria spectabilis
Bromus mollis
» tectorum
Festuca ovina
» rubra
Nardus stricta
Hordeum vulgare
» bulbosum
(nach van Tieghem)

b. das englichtige oft nicht vorhanden.

Agrostis alba
» vulgaris

2) Verdoppeltes Auftreten der beiden Gefässe.

a. des englichtigen.

α. *immer vorhanden.*

Phalaris arundinacea
Milium effusum
Avena pratensis
» sativa
Glyceria fluitans

β. *oft ganz fehlend.*

Deyeuxia retrofracta
Phleum pratense
Carex rhynchophysa

b. des weitlichtigen.

Cynosurus cristatus
Elymus sabulosus
» canadensis
Secale cereale

c. des englichtigen u. des weitlichtigen.

Triticum sativum
(nach van Tieghem).

d. Einfaches u. verdoppeltes Vorkommen des englichtigen sowohl, als des weitlichtigen und Fehlen des englichtigen Gefässes.

Lolium temulentum

C. 3 und mehr Gefäss

1) In radialen Strahlen.

Cinna mexicana
Muehlenbergia glom
Carex limosa

2) Unregelmässige Bildungen.

Briza media
Triodia decumbens
Aira caespitosa
Carex hirta
» hordeiformis

mineen- und Cyperaceen-Wurzeln.

B. Geschiedensein des Xylems von der Leitbündelscheide.

a. 1 Pericambiumschicht zw. X. u. Ltb.-scheide.

ilen durchbrochen.

ys
irus geniculatus
lanatus
ostis splendens
m distichophyllum
noralis
altissima
n vulgare
um giganteum
junceum
n saccharatum
flavescens
Duval-Jouve).

2) Nie durchbrochen.

Alopecurus anthoxanthoides
Panicum palmifolium
Setaria viridis
Ammophila baltica
Leptochloa arabica
Trisetum argenteum
Bambusa glauca
» arundinacea
Arundinaria falcata
(nach Holle).
Eremopyrum cristatum
Imperata sacchariflora
Erianthus Ravennae
Sorghum Caffrorum
Carex brizoides } Nach
Coix lacryma } van Tieghem.
Andropogon giganteus
Eulalia japonica
Cyperus Papyrus
» Ginge
» Luzulae
» albostriatus
» japonicus
» alternifolius
» longus } Nach
(nach. v. Tiegh.) } Duval-Jouve.
Cyperus aureus } Nach
» distachyos } Duval-Jouve.
Galilea mucronata } Nach

b. mehr als eine Pericamb.-schicht.

1) Zuweilen durchbrochen.

Stipa pennata.

2) Nie durchbrochen.

Stipa gigantea
» capillata
Dactylis glomerata
Calamagrostis elata
» Epigeios
» lanceolata
Gynerium argenteum
Phragmites communis

C. Alternirendes Herantreten und Geschiedensein des Xylems.

Triticum repens
Saccharum cylindricum
Tricholaena rosea
Chloris polydactyla
Cyperus elegans
Paspalum Michauxianum
(nach van Tieghem).
Cyperus rotundus
(nach Duval-Jouve).

Stellungsverhältniss des Xylems d

A. Herantreten des Xylems an die Leitbündelscheide.

A. Ein einziges Gefäss.

Anthoxanthum odoratum
Eleusine gracilis
Carex filiformis
» ampullacea
» Pseudocyperus
» Drymeia
» Oederi
» fulva
» globularis
» montana
» vulgaris
» caespitosa
» stricta
» loliacea
» stellulata
» teretiuscula
» chordorrhiza
» dioica
» Buxbaumii
» sparganioides
» ?
Eriophorum gracile
» latifolium
» vaginatum
» alpinum
Scirpus lacustris
» silvaticus
» Baeothryon
» Savii
Heleocharis palustris
» acicularis
Cyperus globosus, » fuscus, » vegetus, » serotinus } Nach Duval-Jouve.

B. 2 Gefässe.

1) Ein englichtiges u. ein weitlichtiges.

a. immer beide vorhanden.

Oryza sativa
Poa pratensis
» fertilis
Glyceria spectabilis
Bromus mollis
» tectorum
Festuca ovina
» rubra
Nardus stricta
Hordeum vulgare
» bulbosum
(nach van Tieghem)

b. das englichtige oft nicht vorhanden.

Agrostis alba
» vulgaris

2) Verdoppeltes Auftreten der beiden Gefässe.

a. des englichtigen.

α. immer vorhanden.

Phalaris arundinacea
Milium effusum
Avena pratensis
» sativa
Glyceria fluitans

β. oft ganz fehlend.

Deyeuxia retrofracta
Phleum pratense
Carex rhynchophysa

b. des weitlichtigen.

Cynosurus cristatus
Elymus sabulosus
» canadensis
Secale cereale

c. des englichtigen u. des weitlichtigen.

Triticum sativum
(nach van Tieghem).

d. Einfaches u. verdoppeltes Vorkommen des englichtigen sowohl, als des weitlichtigen und Fehlen des englichtigen Gefässes.

Lolium temulentum

C. 3 und mehr Gefässe.

1) In radialen Strahlen.

Cinna mexicana
Muehlenbergia glo
Carex limosa

2) Unregelmässige Bildungen.

Briza media
Triodia decumbens
Aira caespitosa
Carex hirta
» hordeiformis

Gramineen- und Cyperaceen-Wurzeln.

B. Geschiedensein des Xylems von der Leitbündelscheide.

a. 1 Pericambiumschicht zw. X. u. Ltb.-scheide.

1) Zuweilen durchbrochen.

Zea Mays
Alopecurus geniculatus
Holcus lanatus
Calamagrostis splendens
Triletum distichophyllum
Poa nemoralis
Melica altissima
Triticum vulgare
Agropyrum giganteum
» junceum
Sorghum saccharatum
Cyperus flavescens
(Nach Duval-Jouve).

2) Nie durchbrochen.

Alopecurus anthoxanthoides
Panicum palmifolium
Setaria viridis
Ammophila baltica
Leptochloa arabica
Trisetum argenteum
Bambusa glauca
» arundinacea
Arundinaria falcata
(nach Holle).
Eremopyrum cristatum
Imperata sacchariflora
Erianthus Ravennae
Sorghum Caffrorum
Carex brizoides, Coix lacryma } Nach van Tieghem.
Andropogon giganteus
Eulalia japonica
Cyperus Papyrus
» Ginge
» Luzulae
» albostriatus
» japonicus
» alternifolius
» longus (nach. v. Tiegh.)
Cyperus aureus, » distachyos } Nach Duval-Jouve.
Galilea mucronata

b. mehr als eine Pericamb.-schicht.

1) Zuweilen durchbrochen.

Stipa pennata.

2) Nie durchbrochen.

Stipa gigantea
» capillata
Dactylis glomerata
Calamagrostis elata
» Epigeios
» lanceolata
Gynerium argenteum
Phragmites communis

C. Alternirendes Herantreten und Geschiedensein des Xylems.

Triticum repens
Saccharum cylindricum
Tricholaena rosea
Chloris polydactyla
Cyperus elegans
Paspalum Michauxianum
(nach van Tieghem)
Cyperus rotundus
(nach Duval-Jouve).

Zweiter Abschnitt.

Vergleichung des anatomischen Baues der Gramineen- und Cyperaceen-Wurzeln.

Wiewohl sich der anatomische Aufbau der Gramineen- und Cyperaceen-Wurzeln eng an den Wurzelbau der übrigen Monocotyledonen anschliesst, und wiewohl, namentlich in Bezug auf den Leitbündelbau, die ersteren mit den letzteren, im Vereine mit den Archegoniaten, nach Russow denselben Wurzeltypus repräsentiren, so trennen sich doch die Wurzeln der Gramineen und Cyperaceen durch besondere Merkmale von denen der übrigen Monocotyledonen ab. Als Einleitung zu Folgendem möge es mir hier an dieser Stelle gestattet sein, mit wenigen Worten einen Vergleich zwischen Gramineen- und Cyperaceen-Wurzeln einerseits und Monocotyledonen-Wurzeln andererseits anzustellen, um dann zur Hauptaufgabe dieses Abschnitts: zur speciellen Vergleichung der Wurzeln der Gramineen und Cyperaceen überzugehen. Vergleichend anatomische Untersuchungen der Wurzeln der Gramineen und Cyperaceen und der Monocotyledonen sind wohl angestellt, und es wäre überflüssig hier schon Bekanntes noch ein Mal zu wiederholen; das liegt auch nicht in meiner Absicht, sondern ich will nur das Abweichende im Aufbau der Wurzeln der beiden Familien von den übrigen Wurzeln hervortreten lassen. Im Uebrigen verweise ich auf die Arbeiten von van Tieghem und Russow.

Vorzüglich ist es die bei Gramineen und Cyperaceen in die Augen springende Gesetzmässigkeit und Regelmässigkeit, nicht nur in der Anordnung der Elemente, sondern auch in der Symmetrie der Vertheilung und Zusammensetzung der übrigen Gewebeformen, die wir bei den Wurzeln der übrigen Monocotyledonen nicht sehen. Die wenigen Protoxylemzellen, von Aussen nach Innen an Weite und Grösse zunehmend, alterniren mit den gleichfalls wenigen, in jugendlichen Entwickelungsstadien durchgängig vier Protophloemzellen, und meist fallen auf je eines der gleichfalls regelmässig peripherisch vertheilten, grösseren Gefässe je zwei Xylem- resp. zwei Phloemgruppen. Ist ein Mark, das immer secundärer Natur ist, vorhanden, so ist solches, bei symmetrischem Eingreifen der Leitzellen in das Mark, von denselben scharf abgegrenzt. Das ganze Leitbündel findet seinen Abschluss an der Peripherie in dem Pericambium, das auch in gesetzmässiger Folge weitere oder engere Zellen bildet, oder ganz gleichförmig verläuft, oder regelmässig nach einer bestimmten Zahl von Zellen von dem

Xylem unterbrochen wird. Eine aus immer gleichförmig gebildeten Zellen bestehende Schutz-Stütz- oder Steifungsscheide umgiebt den kreisrunden axilen Strang. Die Innenrinde, meist aus würfelförmigen Zellen, zwischen denen auch viereckige Intercellularräume liegen, bestehend, setzt sich in frühen Entwickelungsstadien äusserst regelmässig, in radiale Reihen und concentrische Kreise geordnet, bis zu der aus radialgestreckten, hexagonalen Zellen gebildeten Epidermis fort.

Abgesehen von einigen ähnlich gebauten Wurzel - Arten (Potamogeton, Sparganium, Hottonia und anderen Wassergewächsen), vermissen wir diese ausserordentliche Symmetrie in der Structur der monocotylen Wurzeln. Bei den Monocotyledonen findet überall eine reichere Entwickelung des Xylems statt, welches dann strahlenförmig, aber nie so regelmässig, bis an die meist unregelmässig gestellten Centralgefässe geht (z. B. Iris, Allium, Listera). Ferner ist das Phloem meist ein ungeordneter Haufe von Zellen. Der durchgreifendste Unterschied zwischen Gramineen- und Cyperaceen-Wurzeln und zwischen Monocotyledonen-Wurzeln liegt wohl in dem geschlossenen, oder durchbrochenen Pericambiumcylinder. Während derselbe bei den Monocotyledonen immer geschlossen ist, wird er bei den Gramineen und Cyperaceen meist durchbrochen.

Die Rindenbildung weicht auch in den meisten Fällen, sowohl in jugendlichen, als in ausgebildeten Entwickelungsstadien, von der der Gramineen und Cyperaceen ab. Selten nur correspondirt sie, und dann sind es wiederum die Formen, die zu den Gramineen und Cyperaceen hinüberleiten, die oben angeführten monocotylen Wassergewächse.

Die Bildung einer zweiten Stütz- oder Steifungsscheide inmitten der Rinde, wie bei Cypripedium, Smilax, Lycaste, Brassia, kommt nur in soweit in Betracht, als bei einigen Gramineen und Cyperaceen eine Schicht der sclerenchymatischen Aussenrinde sich besonders durch Verdickung und Lichtbrechung von den anderen heraushebt, genetisch aber nichts mit einer Stütz- oder Steifungsscheide zu thun hat. Eigenthümliche Bildungen, wie sie Hydrocharis[1]), Sagittaria, Bilbergia u. s. w. in der Rinde aufweisen, kommen hier nicht vor. Die eigenthümlich gestreiften Rinden- und Markzellen, wie sie sich häufig unter den Monocotyledonen zeigen (Lycaste), finden nur einen einzigen Repräsentanten bei den Gramineen in Saccharum cylindricum (Taf. I, fig. 7 und 8). Im Grossen und Ganzen finden wir den Charakter der Leitbündel von Smilax, Roxburghia, Tritonia u. s. w. in Bambusa und den ebenso gebauten Gräserwurzeln wieder, d. h, wenn wir von der Bildung der einzelnen Elemente für sich im Leitbündel absehen.

Bevor wir jedoch zur eigentlichen Aufgabe dieses Abschnittes übergehen, wollen wir noch kurz jede der beiden Familien für sich betrachten, um dann an die vergleichende Untersuchung ihrer einzelnen Elemente zu gehen.

Innerhalb einer aus weitlichtigen Zellen bestehenden Epidermis liegt bei den **Gramineen**

1) Vergl. oben pag. 11, Anmerkung 2; ferner Duval-Jouve, Taf. XIX, fig. 15: Galilea mucronata.

entweder ein mächtig entwickeltes Rindensystem, dessen mehr rundliche als tafelförmige Zellen in jugendlichen Entwickelungsstadien sich in der Aussenrinde mehrfach tangential theilen und ohne Intercellularräume aneinanderstossen, in der Innenrinde auch durch Tangentialtheilungen, dann durch centripetal fortschreitende radiale Theilungen, sich spalten, wodurch die regelmässige Anordnung des Gewebes in regelmässige radiale Strahlen und concentrische Kreise keineswegs gestört wird; oder ein Rindensystem, das weniger mächtig entwickelt ist und dessen Aussenrinde und Innenrinde sich von einander nur durch den Mangel oder das Vorhandensein von Intercellularräumen unterscheidet. Die Aussenrinde zeigt, wo sie erhalten bleibt, in späteren Entwickelungsstadien die mannigfachsten Erscheinungen. Sie kann zu einer mächtigen Sclerenchymschicht werden mit eigenthümlich ausgebildeten Zelllagen, die bald aus weitlichtigen, zartwandigen, gleich der Epidermis gebildeten, bald wiederum aus englichtigen, stark verdickten und stark lichtbrechenden Zellen bestehen, oder sie kann einen prosenchymatischen, oder auch nur einen parenchymatischen Charakter annehmen, was übrigens nur in vereinzelten Fällen vorkommt. Die äusseren Innenrindenzellen, wo sie erhalten bleiben, collabiren meist, und so, dass zwischen den erhaltenen radialen Zellensträngen auch die Residua der zerstörten Zellen in radialer Richtung die Aussenrinde und die innersten Lagen der Innenrinde verbinden, deren Zellen meist nach Innen stark verdickt sind. Die Rinde findet, nach Innen zum Leitbündel hin, ihren Abschluss in einer Stützscheide (sehr selten Steifungsscheide), deren Zellen meist nach Innen stark verdickt und oft tangential gestreckt sind und meist mit schöner Schichtung und Tüpfelung versehen sind. Das ganze Leitbündel wird, mit Ausschluss der Xylem- und Phloemgruppen, die an den Umkreis des Leitbündels gestellt, und der grossen Centralgefässe, die auch meist mehr an die Peripherie gerückt liegen, von prosenchymatischen Zellen, den Leitzellen, ausgefüllt, die, immer verdickt und verholzt, zum Centrum hin an Weitlichtigkeit zunehmen. In einigen vereinzelten Fällen wird das Centrum des Leitbündels von einem Mark ausgefüllt. Das ganze Leitbündel wird umschlossen von einem Pericambiummantel, der nur dort, wo das Xylem an die Leitbündelscheide tritt, unterbrochen ist, und der dem Phloem gegenüber grössere Zellen bildet. DasPhloem, auf Querschnitten meist aus einer nach Innen gelegenen Siebröhre bestehend, greift gewöhnlich mit der Spitze der Pentagonalzelle, einer der drei übrigen nach Aussen liegenden Phloemzellen, in die beiden grösseren Pericambiumzellen hinein. Das Protoxylem, aus einem oder mehreren Gefässen bestehend, tritt meist an die Leitbündelscheide heran.

Besonders hervorgehoben zu werden verdient unter den Gramineen die Tribus der **Andropogoneen**, die neben den eigenthümlich ausgebildeten Stützscheidezellen mit Einlagerungen von Kieselerde, und neben dem vollständigen Schwinden der ganzen äusseren Innenrinde mit Erhaltung eines radialen Zellenstrangs, zum Halt zwischen Aussen- und Innenrinde, nie ein Herantreten des Xylems an die Stützscheide, oder in zwei Ausnahmefällen ein Alterniren der Xylemgruppen im Herantreten oder Geschiedensein von der Leitbündelscheide hat.

Unter den **Cyperaceen** befindet sich, bei den Tribus der **Cariceen und Scirpeen**, unter einer Epidermis mit lang radialgestreckten Zellen von hexagonaler Form, eine 3—5schichtige, sclerenchymatische Aussenrinde, auf welche die Innenrinde folgt, deren regelmässig tafelförmige Zellen im jugendlichen Entwickelungsstadium, was Theilung und regelmässige Anordnung der Zellen anlangt, gleich der der Gramineen, deren Wurzeln den Rindentypus II repräsentiren, gebildet sind. Doch in späteren Entwickelungsstadien bleiben die nicht collabirten radialen Zellenstränge durch tangentialgestreckte Residua der collabirten Innenrindenzellen im Zusammenhange, so dass die Innenrinde im Querschnitt das Aussehen eines Spinnengewebes erhält. Die im Querschnitt langen und radialgestreckten Stützscheidezellen (mit wenigen Ausnahmen), die nach Innen immer abgerundet erscheinen, sind in ihrer zarten Aussenmembran immer unverdickt und in ihrer Innenmembran allein verdickt. Die hellgelb tingirte Verdickung derselben ist stark lichtbrechend. Das Protoxylem geht mit dem einzigen Gefässe immer an die Stützscheide und ist meist durch 4—5 Pericambiumzellen von einander getrennt. Ausserdem zeichnet sich das Pericambium dadurch aus, dass es nie zwischen dem Phloem und der Stützscheide grössere Zellen bildet, sondern immer gleichförmig verläuft. Das Phloem, mit einer mehr nach Innen gelegenen Siebröhre, besteht gewöhnlich aus fünf und mehr Zellen; in den meisten Fällen wurden acht Phloemzellen gezählt. Der geringen Anzahl der Centralgefässe, die immer Porenleitergefässe sind, entspricht auch eine geringe Anzahl der Xylem- und Phloemgruppen, die insofern durchgängig dem Leitbündel der Cyperaceen noch mehr Symmetrie gewähren, als es bei den Gramineen der Fall ist, dass immer ein Centralgefäss auf je zwei Xylem- resp. zwei Phloemgruppen kommt. Die Entwickelung des Xylems und des Phloems ist immer centripetal. Die Leitzellen sind bei starker Verdickung immer englichtig und oft unverholzt, wie das Pericambium.

Die Tribus der **Cypereen** trägt mehr oder weniger denselben Charakter. Die Schutzscheide, mit besonders gebildeten Caspary'schen Punkten ihrer Zellen, hat auch als Steifungsscheide zarte, dünnwandige, radialgestreckte und unverholzte Zellen, die auf Längsschnitten schief gestellte Quermembranen haben. Dagegen bilden sich die nächstfolgenden 2 — 5 Innenrindenschichten zu tangentialgestreckten, schwarzbraun gefärbten, sehr verdickten secundären Steifungsscheiden (Aussenscheiden) aus, mit allmäligem Uebergange zu den übrigen dünnwandigen Rindenschichten, die später, mit vorhergegangenem tangentialem Collabiren der Innenrindenzellen, vollständig zerstört werden bis auf einen radialen Zellenstrang, wie bei den Andropogoneen. In dem verhältnissmässig grossen Leitbündel gehen die Protoxylemgefässe bei den grösseren Cyperus-Arten nie an die Schutzscheide, und bei den kleineren (so viele von ihnen hier zur Untersuchung kamen) zeigt sich in praegnanter Weise dieselbe Neigung des Alternirens zwischen solchen Protoxylemgefässen, die an die Schutzscheide gehen, mit solchen, die von einer Pericambiumschicht getrennt sind, wie wir es bei Saccharum sahen. Das Phloem ist immer mehr als fünfzellig.

Das übrige Leitbündelgewebe, aus sehr englichtigen, dünnwandigen Leitzellen beste-

hend, die unverholzt bleiben, wird durch zahlreiche grosse, mehr an die Peripherie gestellte Poren- und Porenleitergefässe durchbrochen. Das Pericambium läuft auch meist gleichförmig und einschichtig um den Umkreis des Leitbündels, nur dort vom Xylem unterbrochen, wo dasselbe an die Steifungsscheide tritt. Die Pericambiumzellen wahren ihre hexagonale Form bis in das späteste Entwickelungsstadium.

Doch wir wollen jetzt nach dieser kleinen Abschweifung zu unserer Aufgabe zurückkehren. Vorausschicken möchte ich zur Beurtheilung des Nachstehenden Folgendes: Wie wir im Vorhergehenden sahen, unterschieden sich die Gramineen- und Cyperaceen-Wurzeln im Allgemeinen von den Wurzeln der übrigen Monocotyledonen durch wesentliche Merkmale. Von so durchgreifenden Unterscheidungsmerkmalen zwischen den Wurzeln der Gramineen und Cyperaceen, die einestheils hervorragende Differenzen der Hauptelemente der Gewebeformen, anderentheils die einer der beiden Familien nur allein zukommenden Eigenthümlichkeiten zeigen, wird nicht die Rede sein.

Die **absoluten Grössenverhältnisse** der Wurzeln dieser beiden Familien geben keine wesentlichen Unterscheidungsmerkmale, jedoch wollte man sie auf den Querdurchmesser der Leitbündel zu dem ganzen Wurzel-Querschnitte beziehen, so dürften sie bei den Gramineen bedeutender sein, als bei den Cyperaceen, indem bei der ersten Familie der Durchmesser des Leitbündels zu dem Querdurchmesser der ganzen Wurzel sich wie 1 : 2, bei den Cyperaceen dagegen wie 1 : 3 verhalten würde. Wollte man noch weiter auf Unterschiede, die Grössenverhältnisse betreffend, eingehen, so müsste noch besonders hervorgehoben werden, dass wiederum den Cyperaceen ein kleinerer Durchmesser aller Zellen aller Gewebearten, als es bei den Gramineen der Fall ist, zukommt. Doch muss hier hinzugefügt werden, dass die prosenchymatischen und sclerenchymatischen Zellen der Rinde und des Leitbündels bei den Cyperaceen auf Längsschnitten eine weit gestrecktere Form haben, als dieselben Elemente bei den Gramineen.

Die geringeren Grössenverhältnisse der Cyperaceen lassen sich auch gleichfalls auf die **Epidermis- und Gallertbildung** derselben beziehen. Während wir bei den Gramineen meist weitlichtige und mehr rundliche, zum Theil die hexagonale Form noch zeigende Fpidermiszellen haben, sind die Epidermiszellen der Cyperaceen, auf Querschnitten gesehen, englichtiger und in radialer Richtung gestreckt. Ebenso findet eine weit geringere Gallertentwickelung in jungen Entwickelungsstadien statt. Bei den Gramineen kommt der Durchmesser der über den Epidermiszellen lagernden Gallertschicht dem Querdurchmesser der Epidermiszellen gleich, oder übersteigt ihn, wie bei Poa nemoralis (pag. 5), während er bei den Cyperaceen geringer ist.

Die **Rinde** der Gramineen ist in jugendlichen Entwickelungsstadien sowohl nach der unter dem Typus I, als auch nach der unter dem Typus II beschriebenen gebildet, wo einestheils die jugendlichen Zellen rundlich gestaltet und unregelmässig aneinander gelagert sind und Aussenrinden- und Innenrindenzellen sich nur dadurch von einander unterscheiden, dass erstere ohne, letztere mit Intercellularräumen aneinderstossen, anderentheils die jugendliche

Rinde aus regelmässigen, rundlichen Zellen besteht, die in regelmässige, radiale Strahlen und concentrische Kreise verlaufen. Die Rinde der Cyperaceen dagegen ist nur nach dem Typus II gebildet, aber mit noch viel regelmässigerer Bildung der Zellen, die von tafelförmiger Gestalt, entsprechend der Entwickelung an Weitlichtigkeit von Innen nach Aussen zunehmen und mit noch regelmässigerer Anordnung in radiale Strahlen und concentrische Kreise verlaufen.

Eines der entscheidensten Unterscheidungsmomente der Wurzeln der beiden Familien muss ich in dem späteren Verhalten der Rinde sehen. Abgesehen von den Erscheinungen des Persistirens und des vollständigen Schwindens der ausgebildeten Rinde des Typus I, was nur durch Gramineen repraesentirt wird, kommt das radiale Collabiren der Innenrindenzellen ausnahmslos nur den Gramineen und das tangentiale Collabiren ausnahmslos nur den Cyperaceen zu. Selbst dort, wo wir ein vollständiges Schwinden der Innenrinde mit Erhaltung eines radialen Zellenstrangs mit vorhergegangenem radialem oder tangentialem Collabiren der Zellwände haben, weisen die ersteren, eine Tribus der Gramineen, das radiale und die letzteren, eine Tribus der Cyperacen, das tangentiale Collabiren der Innenrindenzellen auf.

Eine weitlichtige, der Epidermis ähnliche, äusserste Aussenrindenschicht tritt bei den Gramineen, wie auch bei den Cyperaceen, häufig auf und scheint den Scirpeen nie zu fehlen, aber doch mit dem bedeutenden Unterschiede, dass die Zellen derselben bei den Gramineen zartwandig bleiben, während sie sich bei den Carices ein wenig verdicken, und bei den Scirpeen, wo sie oft die ganze Aussenrinde repraesentiren, sehr stark verdickt sind.

Das Auftreten einer oder mehrerer besonderen, durch Lichtbrechung und Verdickung auffallenden Schichten des Sclerenchyms der Aussenrinde, wie bei Oryza sativa, Setaria viridis und anderen, ist eine besondere Eigenthümlichkeit der Gramineen-Wurzeln; ebenso muss die nur nach Innen allein gerichtete Verdickung der Zellen des Sclerenchyms der Innenrinde auch den Gramineen zugesprochen werden, während die Cyperaceen durchgängig gleichmässig verdickte Zellen der innersten Innenrinde haben. Eine entschiedene Neigung, mehrfache secundäre Steifungsscheiden (Russows Aussenscheiden) zu bilden, legen auch die Cyperaceen häufig an den Tag, was bei den echten Cypergräsern und Heleocharis acicularis und H. palustris zum vollen Ausdruck kommt. Mehrfache Stützscheiden, wie sie bei Lasiagrostis splendens, Cinna mexicana, Muehlenbergia glomerata und anderen (pag. 26) einer eingehenderen Besprechung bedurften, kommen bei den Cyperaceen nie vor.

Während die **Steifungsscheide** überhaupt bei den Gramineen nur bei Aira caespitosa und Bambusa arundinacea auftritt, muss eine solche normal für einige Scirpeen (Heleocharis palustris und Heleocharis acicularis) und für alle Cyperus-Arten (mit Ausnahme von Cyperus japonicus und der von Duval-Jouve oben citirten Fälle) angenommen werden.

Die **Caspary'schen Punkte** der Schutzscheide fehlen weder den Gramineen noch den Cyperaceen-Wurzeln. Die echten Cypergräser zeigen dieselben als kleine knöpfchenförmige, sehr lichtbrechende Gebilde.

Die Carices insbesondere haben lang radialgestreckte und nur nach Innen verdickte **Stützscheidezellen**, deren Verdickung von hellgelber Farbe durch bedeutendes Lichtbrechungsvermögen, aber durch wenig deutliche Schichtuug und Tüpfelung sich auszeichnet, während die Gramineen alle Verdickungserscheinungen der Stützscheidezellen mit meist deutlicher Schichtung und Tüpfelung zeigen.

Ein Nichtverholzen der ausgebildeten Leitbündelscheide wurde nur bei Calamagrostis lanceolata, Scirpus silvaticus und allen Cyperus-Arten beobachtet. Die Andropogoneen wiesen in ihren Stützscheidezellen eigenthümliche Protuberanzen mit Einlagerungen von Kieselerde auf.

Die **Leitzellen** der Cyperaceen erscheinen verhältnissmässig verdickter, was bei ihrer Englichtigkeit besonders hervortritt; ausserdem bleiben sie häufig unverholzt, was bei den Gramineen nur bei Phleum pratense, Calamagrostis lanceolata, Phalaris arundinacea und Glyceria der Fall ist

Das **Pericambium** der Gramineen hält zwischen den an die Leitbündelscheide tretenden Xylemgefässen in tangentialer Richtung durchschnittlich 5 — 7 Zellen, während dagegen die Cyperaceen meist 4—5 und weniger Zellen haben (Eriophorum und Heleocharis 1—3).

Ein weiteres entscheidendes Unterscheidungsmoment liegt in dem Vorhandensein zweier oder dreier grösserer Pericambiumzellen zwischen dem Phloem und der Leitbündelscheide. Die Gramineen haben immer zwei von den übrigen Pericambiumzellen hervortretende Zellen zwischen dem Phloem und der Leitbündelscheide aufzuweisen (mit Ausnahme von Bambusa glauca (?), Saccharum cylindricum und Erianthus Ravennae), während die Cyperaceen immer eine gleichmässig verlaufende, nur vom Xylem unterbrochene Pericambiumschicht zeigen, die sich sogar bei einigen (Carex vulgaris, C. stricta, C. caespitosa) in der Höhe des Phloems senkt. Wo bei den Gramineen ein mehrschichtiges Pericambium zwischen dem Xylem und der Leitbündelscheide auftritt, da finden sich auch ebensoviele Pericambiumschichten zwischen dem Phloem und der Leitbündelscheide, während bei den Cyperaceen das Phloem immer nur durch einen einfachen Pericambiumbogen geschieden wird. Auch hier wiederum findet bei den Cyperaceen ein Nichtverholzen des Pericambiums häufiger statt, als bei den Gramineen.

Das nicht sehr häufige Auftreten eines secundären **Markes** mit Intercellularräumen bei den Gramineen ist bei keiner zur Untersuchung gekommenen Cyperaceen-Art beobachtet worden; und somit würde das Vorhandensein von secundärem Marke mit zu den besonderen Eigenthümlichkeiten der Gramineen zu rechnen sein.

Was das **Phloem** anlangt, so lässt sich nur so viel sagen, dass die Anzahl der Protophloemzellen bei den Cyperaceen durchschnittlich grösser ist, als bei den Gramineen und dass die erste pentagonalgeformte Protophloemzelle in späteren Entwickelungsstadien nicht mit solcher Deutlichkeit bei den ersteren wiedererkannt wird, als es bei den letzteren der Fall ist.

Von grösserer und durchgreifendster Wichtigkeit für die Unterschiede der Gramineen- und Cyperaceen-Wurzeln wird die Bildung des **Xylems** sein und vorzüglich in dem Herantreten an die Leitbündelscheide, oder im Geschiedensein von derselben liegen, obgleich wiederum kein bestimmtes Gesetz dafür angegeben werden kann. Doch bevor davon die Rede sein wird, wollen wir zuvörderst noch andere Beziehungen des Xylems untersuchen.

Was zunächst die Anzahl der Protoxylemgefässe anlangt, so besitzen die Gramineen von diesen immer 2—5, die alle die im vorigen Abschnitte beschriebenen Unterstellungsverhältnisse des Xylems zeigen, während die Cyperaceen, mit sehr wenigen Ausnahmen, nur ein einziges Protoxylemgefäss haben, das auch im Verhältniss an Grösse denen der Gramineen nachsteht. Ein häufiges Vorkommen bei den Gramineen ist ferner, dass zwei Xylemgefässe zu gleicher Zeit an die Leitbündelscheide treten, was wohl eigentlich auf die Cyperaceen gar nicht bezogen werden kann, da sie, wie schon erwähnt, überhaupt nur ein Protoxylemgefäss besitzen, aber dennoch finden sich für dieses Stellungsverhältniss des Xylems drei Repraesentanten in Carex hirta, C. hordeiformis und C. rhynchophysa, bei welchen die Zahl der Protoxylemgefässe verdoppelt wird.

Von dem in Zahl, Stellung und Wachsthumsrichtung unregelmässigen Bau des Xylems der Gramineen unterscheidet sich das Xylem der Cyperaceen durch grosse Regelmässigkeit (ausgenommen Carex hirta und C. hordeiformis) und stets centripetale Entwickelung.

In Bezug auf das Herantreten und Nichtherantreten des Xylems an die Leitbündelscheide schicke ich folgende systematisch geordnete Uebersichtstabelle zur Beurtheilung des Folgenden voraus:

Hauptstellung

Gramineae.

Tribus.	Herantreten des Protoxylems an die Leitbündelscheide.	Unterbrochenes Herantreten.	Abwechselndes Herantreten und Geschiedensein	Unterbrochenes Geschiedensein.	Geschiedensein Protoxylems vo Leitbündelsche
I. Oryzeae	Oryza sativa L.				
II. Phalarideae	Coix lacryma L. (nach van Tiegh.) Phleum pratense L. Phalaris arundinacea L. Anthoxanthum odor. L.			Zea Mays L. Alopecurus geniculatus L. Holcus lanatus L.	Alopecurus anthoxa
III. Paniceae	Milium effusum L.	Paspalum Michaux. Kn. (nach van Tiegh.)	Tricholaena rosea Nees.		Panicum palmifol. Setaria viridis Bea
IV. Stipaceae				Lasiagrostis splendens Kunth. Stipa pennata L.	Stipa capillata L. » gigantea
V. Agrostideae	Muehlenbergia glom. Trin. Agrostis alba Schrad.	Cinna mexic. Link. Agrostis vulg. With. (nur 1 Mal nicht).			
VI. Arundinaceae		Deyeuxia retrofracta Kunth.			Calamagr. lanceol » Epigeio » elata Ammophila baltic Phragm. com. Tri Gynerium arg. Ne
VIII. Chlorideae	Eleusine gracilis		Chloris polydactyla » (spec.?)		Leptochloa arabic
IX. Avenaceae	Aira caespitosa L. Avena pratensis L. » sativa L. Triodia decumbens Beauv.			Trisetum distichophyllum Beauv. (1 Mal herangetret.)	Trisetum argenteu
X. Festucaceae	Poa pratensis L. » fertilis Host. Glyceria spect. M. K. » fluitans R. Br. Briza media L. Molinia coerulea Mch. (Vergl. Russow). Festuca rubra L. » ovina L. Bromus mollis L. » tectorum L. Cynosurus cristatus L.			Poa nemoralis L. (1 Mal herangetret.) Melica altissima L. (1 Mal herangetret.)	Dactylis glomerat Bambusa arundin » glauca (? Arundinaria falcat Holle).
XI. Hordeaceae	Lolium temulentum L. Triticum sativum (nach van Tiegh.) Secale cereale L. Hordeum vulgare L. » bulbosum (nach van Tiegh.) Elymus sabulosus Sieb. » canadensis L.	Triticum polonic. L. » Spelta L.	Triticum repens L.	Triticum vulg. Vill. Agropyrum gigant. » junceum R. et Sch.	Eremopyrum crist
XII. Rottboelliaceae	Nardus stricta L.				
XIII. Andropogoneae			Saccharum cylindricum	Sorghum saccharatum (1 Mal herangetret.)	Imperata saccharif Erianthus Ravenn Sorghum Caffrorun » vulgare (nach van Tieg Andropogon gigan Eulalia japonica

niss des Xylems.

Cyperaceae.

Tribus.	Herantreten des Protoxylems an die Leitbündelscheide.	Unterbrochenes Herantreten.	Abwechselndes Herantreten und Geschiedensein.	Unterbrochenes Geschiedensein.	Geschiedensein des Protoxylems von der Leitbündelscheide.
riceae	Carex filiformis L. » ampullacea Good. » Pseudocyperus L. » Drymeia L. » Oederi Ehrh. » fulva Good. » globularis » montana L. » limosa L. » vulgaris Fr. » caespitosa L. » stricta Good. » loliacea L. » stellulata Good. » teretiuscula Good. » chordorrhiza Ehrh. » Buxbaumii (?) » dioica L. » sparganioides » (?)	Carex hirta L. » rhynchophysa » hordeiformis			Carex brizoides (nach van Tieghem)
peae	Eriophorum » gracile Koch. » latifol. Hoppe » vaginatum L. » alpinum L. Scirpus Savii » lacustris L. » Baeothryon » silvaticus L. Heleocharis » palustris Brown » acicularis »				
reae	Cyperus » globosus } Nach » fuscus } Duval- » vegetus } Jouve » serotinus }		Cyperus elegans L. » rotundus (nach Duval-Jouve)	Cyperus flavescens Nach Duval-Jouve tritt $^1/_{10}$ aller Xylemgefässe an die Leitbündelscheide.	Cyperus Papyrus L. » Ginge L. » Luzulae Rottb. » albostriatus Schr. » alternifolius » japonicus » longus L. (n. v. Tiegh. u. Duval-Jouve » aureus } Nach » distachyos } Duval- Galilea mucronata } Jouve.

Hauptstellungsverhältniss des Xylems.

Gramineae.

Tribus.	Herantreten des Protoxylems an die Leitbündelscheide.	Unterbrochenes Herantreten.	Abwechselndes Herantreten und Geschiedensein	Unterbrochenes Geschiedensein	Geschiedensein des Protoxylems von der Leitbündelsch.
I. Oryzeae	Oryza sativa L				
II. Phalarideae	Coix lacryma L (nach van Tiegh.) Phleum pratense L Phalaris arundinacea L. Anthoxanthum odor L.			Zea Mays L Alopecurus geniculatus L. Holcus lanatus L.	Alopecurus anthoxant.
III. Paniceae	Milium effusum L.	Paspalum Michaux. Kn. (nach van Tiegh.)	Tricholaena rosea Nees.		Panicum palmifol. Pal. Setaria viridis Beauv.
IV. Stipaceae				Lasiagrostis splendens Kunth Stipa pennata L	Stipa capillata L » gigantea
V. Agrostideae	Muehlenbergia glom. Trin Agrostis alba Schrad	Cinna mexic. Link Agrostis vulg. With. (nur 1 Mal nicht)			
VI. Arundinaceae		Deyeuxia retrofracta Kunth			Calamagr. lanceolata » Epigeios » elata Ammophila baltica Link Phragm. com. Trin. Gynerium arg. Nees.
VIII. Chlorideae	Eleusine gracilis		Chloris polydactyla » (spec.?)		Leptochloa arabica
IX. Avenaceae	Aira caespitosa L Avena pratensis L » sativa L Triodia decumbens Beauv.			Trisetum distichophyllum Beauv. (1 Mal herangetret.)	Trisetum argenteum
X. Festucaceae	Poa pratensis L » fertilis Host Glyceria spect M. K. » fluitans R. Br Briza media L Molinia coerulea Mch. (Vergl. Russow). Festuca rubra L. » ovina L Bromus mollis L » tectorum L. Cynosurus cristatus L.			Poa nemoralis L. (1 Mal herangetret.) Melica altissima L (1 Mal herangetret.)	Dactylis glomerata L. Bambusa arundinacea » glauca (?) Arundinaria falcata (Holle).
XI. Hordeaceae	Lolium temulentum L. Triticum sativum (nach van Tiegh.) Secale cereale L. Hordeum vulgare L. » bulbosum (nach van Tiegh.) Elymus sabulosus Sieb. » canadensis L.	Triticum polonic. L. » Spelta L.	Triticum repens L	Triticum vulg. Vill. Agropyrum gigant. » junceum R. et Sch.	Eremopyrum cristatum
XII. Rottboelliaceae	Nardus stricta L.				
XIII. Andropogoneae			Saccharum cylindricum	Sorghum saccharatum (1 Mal herangetret.)	Imperata sacchariflora Erianthus Ravennae Sorghum Caffrorum » vulgare (nach van Tiegh.) Andropogon giganteus Eulalia japonica

Cyperaceae.

Tribus.	Herantreten des Protoxylems an die Leitbündelscheide.	Unterbrochenes Herantreten.	Abwechselndes Herantreten und Geschiedensein.	Unterbrochenes Geschiedensein.	Geschiedensein des Protoxylems von der Leitbündelscheide.
1. Cariceae	Carex filiformis L. » ampullacea Good. » Pseudocyperus L. » Drymeia L. » Oederi Ehrh. » fulva Good. » globularis » montana L » limosa L. » vulgaris Fr. » caespitosa L. » stricta Good. » loliacea L. » stellulata Good. » teretiuscula Good. » chordorrhiza Ehrh. » Buxbaumii (?) » dioica L. » sparganioides » (?)	Carex hirta L. » rhynchophysa » hordeiformis			Carex brizoides (nach van Tieghem)
2. Scirpeae	Eriophorum » gracile Koch. » latifol. Hoppe » vaginatum L. » alpinum L. Scirpus Savii » lacustris L. » Baeothryon » silvaticus L. Heleocharis » palustris Brown » acicularis »				
3. Cypereae	Cyperus » globosus } Nach » fuscus } Duval- » vegetus } Jouve » serotinus }		Cyperus elegans L. » rotundus (nach Duval-Jouve)	Cyperus flavescens Nach Duval-Jouve tritt 1/10 aller Xylemgefässe an die Leitbündelscheide.	Cyperus Papyrus L. » Ginge L. » Luzulae Rottb. » albostriatus Schr. » alternifolius » japonicus » longus L. (n. v. Tiegh. u. Duval-Jouve) » aureus } Nach » distachyos } Duval- Galilea mucronata } Jouve.

Aus der Tabelle wird Jedem soviel hervorgehen, wenn man von den Uebergangsformen absieht, dass bei den Gramineen in der grösseren Hälfte der zur Untersuchung gekommenen Wurzeln das Xylem an die Leitbündelscheide tritt, in der kleineren Hälfte das Xylem von derselben durch das Pericambium geschieden wird. Dagegen zeigen bei den Cyperaceen die Carices und Scirpeen immer ein Herantreten des Xylems an die Leitbündelscheide, mit Ausnahme von Carex hirta, C. rhynchophysa und C. hordeiformis, bei denen auch nur ausnahmsweise ein Geschiedensein des Xylems von der Leitbündelscheide vorkommt, während die echten Cypergräser immer ein von der Steifungsscheide getrenntes Xylem haben.

Van Tieghem in seinen: «Recherches sur la symétrie de la structure des plantes vasculaires, Racine» pag. 145, kommt durch seine Untersuchungen der Gramineen- und Cyperaceen-Wurzeln aber zu folgenden Schlussfolgerungen: «Les racines des Cyperacées possèdent donc la structure ordinaire, (d. i. die Structur der übrigen Monocotyledonen-Wurzeln mit der Bildung eines continuirlichen Pericambiumcylinders) et sont dépourvues du caractère particulier propre aux Graminées». Weiter unten heisst es: «mais chez les Graminées, elle (das Pericambium) est interrompue en face des lames vasculaires, et les radicelles, ne pouvant plus naître en regard des vaisseaux, se développent en face des faisceaux libériens etc.»

Wie schon in der Einleitung aufgezählt, hat van Tieghem sieben Gramineen, eine Cyperus- und eine Carex-Art zur Untersuchung gebracht und aus diesem wenigen Materiale gelangte er zu eben citirten Schlüssen, die um so gewagter erscheinen, wenn man in Betracht zieht, dass das Herantreten des Xylems an die Leitbündelscheide unter den Wurzeln der übrigen Monocotyledonen nie auftritt (Sparganium?). Von Cyperus longus und den von Duval-Jouve untersuchten vier Cyperus-Arten, deren Wurzeln das abnorme Stellungsverhältniss des Xylems zeigen, muss man ganz absehen, da ja die echten Cypergräser alle einen continuirlich fortgesetzten Pericambiumcylinder haben, aber dass für Carex brizoides ausnahmslos das Gegentheil von den nach meinen Beobachtungen normalen Verhältnissen der Carices gelten soll, erlaube ich mir sehr zu bezweifeln, zumal ich bei Carex hirta, C. hordeiformis und C. rhynchophysa, wo die abnorme Erscheinung des Nichtherangehens des Xylems an die Leitbündelscheide stattfindet, darin immer nur eine Unregelmässigkeit des Normalen sehen kann, da ja in demselben Leitbündel das Herantreten des Xylems an die Scheide in den Vordergrund tritt und das Geschiedensein nur ausnahmsweise geschieht. Leider konnte ich mir Carex brizoides auf keine Weise beschaffen, um an ihr Control-Untersuchungen anstellen zu können.

Von den untersuchten Gramineen, für die van Tieghem immer ein Herantreten des Xylems an die Leitbündelscheide angiebt, mit Ausnahme von Paspalum Michauxianum, wo er auch das Gegentheil beobachtete, habe ich, mit Ausnahme von Secale cereale, bei allen penjenigen, die sowohl von van Tieghem, als von mir untersucht wurden, immer Unregelmässigkeiten in der Xylembildung beobachtet. Man vergleiche nur Zea Mays, Triticum vul-

gare und vorzüglich Sorghum vulgare. Hier bei Sorghum habe ich nie ein Herantreten des Xylems an die Leitbündelscheide beobachtet, während van Tieghem für Sorghum die gleiche Bildung des Xylems wie für Zea angiebt, für die er immer ein unmittelbares Herantreten des Xylems behauptet.

Was die grossen Centralgefässe anlangt, so haben die Gramineen Poren- und Netzgefässe, die Cyperaceen dagegen Porenleitergefässe und selten Porengefässe.

Alles hier in diesem Abschnitte Besprochene hat nur Bezug auf die Hauptwurzeln, für die Nebenwurzeln beider Familien liessen sich in der Weise nicht Gesetze auffinden und Systeme aufstellen, ich verweise daher im Allgemeinen auf das im vorigen Abschnitte über die Nebenwurzeln Gesagte.

Alle Unterscheidungsmomente im anatomischen Bau der Gramineen- und Cyperaceen-Wurzeln will ich der Uebersicht halber noch in folgender Tabelle zuzammenfassen:

Tabelle zur Vergleichung des

Gramineae.

Elemente.	Tribus I bis XII.	Tribus XIII.
Epidermis.	Epidermiszellen weitlichtiger	.....
	Bedeutende Entwickelung von Gallerte.	
Rinde.	Die Rinde, nach Typus I *a*, *b*, *c* und Typus II *a* gebildet, bleibt in ausgebildeten Entwickelungsstadien entweder persistent, oder schwindet ganz, oder die Rindenzellen collabiren radial.	Rinde, nach Typ. II *a* gel schwindet ganz mit vorherg genem radialem Collabire Rindenzellen.
	Das Auftreten einer äussersten Aussenrindenschicht mit weitlichtigen und zartwandigen Zellen (bei 12 Gattungen).	
	Im Sclerenchym der Aussenrinde besonders ausgebildete Schichten mit sehr verdickten und stark lichtbrechenden Zellen.	
	Das Sclerenchym der Innenrinde meist nur nach Innen verdickt.	
	Rindenzellen im Verhältniss grösser	.....
Leitbündelscheide.	Casparysche Punkte auf dem Querschnitt zu	.....
	Die Stützscheidenzellen mit allen Verdickungsformen, mit meist deutlicher Schichtung und Tüpfelung.	
	Steifungsscheide nur bei Aira caespitosa und Bambusa arundinacea.	
	Unverholzte Stützscheidenzellen bei Calamagrostis.	
		Ausstülpungen in den Stütz denzellen mit Kieselerdeei rungen.

ıen Baues der Wurzeln der

Cyperaceae.

Cariceae.	Scirpeae.	Cypereae.
lermiszellen englichtiger	.....	.....
ngere Entwickelung von Gallerte.	.....	
Rinde, nur nach Typus II*b* gebil n collabiren tangential.	det, persistirt, oder die Rinden -	Die Rinde, nach Typus II*b* gebildet, schwindet ganz mit vorhergegangenem tangentialem Collabiren der Rindenzellen.
Auftreten einer äussersten Aus aber etwas verdickten Zellen ... 7 Arten.)	senrindenschicht mit weitlichti - ..... (bei Scirpus allein.)	
Sclerenchym der Aussenrinde hförmig ausgebildet.		
Sclerenchym der Innenrinde gleich	mässig verdickt.	2—5 Schichten des Innensclerenchyms mit allseitig sehr verdickten und tangentialgestreckten Zellen.
enzellen im Verhältniss kleiner.	.....	.....
hen Schatten ausgezogen	.....	Casp. Punkte rundlich u. lichtbrechend.
scheidenzellen lang radialgestreckt . (ausgenommen Heleocharis.). .	und nur zum Leitbündel hin ver-	
	Steifungsscheide bei Heleocharis acicularis.	Immer Steifungsscheidenbildung (ausg. Cyp. japonicus).
	Unverholzte Stützscheidenzellen bei Scirpus silvaticus.	Steifungsscheidenzellen immer unverholzt.

Tabelle zur Vergleichung des [illegible]chen Baues der Wurzeln der

Gramineae.

Cyperaceae.

Elemente.	Tribus I bis XII.	Tribus XIII.	Cariceae.	Scirpeae.	Cypereae.
Epidermis.	Epidermiszellen weitlichtiger	.....	Epidermiszellen englichtiger	.....	.....
	Bedeutende Entwickelung von Gallerte.		Geringere Entwickelung von Gallerte		
Rinde.	Die Rinde, nach Typus I *a*, *b*, *c* und Typus II *a* gebildet, bleibt in ausgebildeten Entwickelungsstadien entweder persistent, oder schwindet ganz, oder die Rindenzellen collabiren radial.	Rinde, nach Typ. II *a* geb[illegible] schwindet ganz mit vorherge[illegible] genem radialem Collabira[illegible] Rindenzellen.	Die Rinde, nur nach Typus II *b* gebil[illegible] en collabiren tangential.	det, persistirt, oder die Rinden-	Die Rinde, nach Typus II *b* gebildet, schwindet ganz mit vorhergegangenem tangentialem Collabiren der Rindenzellen.
	Das Auftreten einer äussersten Aussenrindenschicht mit weitlichtigen und zartwandigen Zellen (bei 12 Gattungen).		Das Auftreten einer äussersten Aus[illegible]gen, aber etwas verdickten Zellen ... (bei 7 Arten.)	senrindenschicht mit weitlichti- ..... (bei Scirpus allein.)	
	Im Sclerenchym der Aussenrinde besonders ausgebildete Schichten mit sehr verdickten und stark lichtbrechenden Zellen.		Das Sclerenchym der Aussenrinde [illegible]gleichförmig ausgebildet.		
	Das Sclerenchym der Innenrinde meist nur nach Innen verdickt.		Das Sclerenchym der Innenrinde gleich	mässig verdickt.	2—5 Schichten des Innensclerenchyms mit allseitig sehr verdickten und tangentialgestreckten Zellen.
	Rindenzellen im Verhältniss grösser	.....	Rindenzellen im Verhältniss kleiner.	.....	.....
Leitbündelscheide.	Casparysche Punkte auf dem Querschnitt zu	.....	[illegible]glichen Schatten ausgezogen	.....	Casp. Punkte rundlich u. lichtbrechend.
	Die Stützscheidenzellen mit allen Verdickungsformen, mit meist deutlicher Schichtung und Tüpfelung.		Stützscheidenzellen lang radialgestreckt [illegible]dickt, (ausgenommen Heleocharis.).	und nur zum Leitbündel hin ver-	
	Steifungsscheide nur bei Aira caespitosa und Bambusa arundinacea.			Steifungsscheide bei Heleocharis acicularis.	Immer Steifungsscheidenbildung (ausg. Cyp. japonicus).
	Unverholzte Stützscheidenzellen bei Calamagrostis.			Unverholzte Stützscheidenzellen bei Scirpus silvaticus.	Steifungsscheidenzellen immer unverholzt.
		Ausstülpungen in den Stützs[illegible] denzellen mit Kieselerdeeinla[illegible] rungen.			

Tabelle zur Vergleichung des a

Gramineae.

Elemente.	Tribus I bis XII.	Tribus XIII.
Mark.	Vorhanden bei Zea, Gynerium, Bambusa, dann bei Molinia, Calamagrostis und Cinna.	Vorhanden bei Saccharum, I rata, Erianthus, Sorghum.
Leitzellen.	Im Verhältniss weitlichtiger.	
	Auf Längsschnitten im Verhältniss weniger gestreckt.	
	Leitzellen bleiben unverholzt bei Phleum, Phalaris, Glyceria und Calamagrostis.	
Pericambium.	Immer 2 grössere Zellen dem Phloem gegenüber.	Gleichförmig bei Saccharum Erianthus.
	4—7 Zellen zwischen den Xylemgruppen.	
	Pericambiumzellen bleiben unverholzt bei Phleum, Glyceria, Phalaris u. Calamagrostis	
Phloem.	Eine Siebröhre mit 3—5 Phloemzellen	.....
	Immer centripetale Entwickelung des Phloems.	.....
Xylem.	Immer mehr als ein Gefäss (ausgenommen Eleusine und Anthox.) und oft mit 2 Gefässen zugleich an die Leitbündelscheide.	
	Bei der grösseren Hälfte geht das Xylem an die Leitbündelscheide; bei der kleineren Hälfte wird das Xylem von der Leitbündelscheide durch das Pericambium geschieden.	Immer geschieden.
	Alternirendes Herantreten und Geschiedensein des bei Triticum repens, Chloris, und nach van Tiegh. bei Paspalum u. Tricholaena.	Xylems: bei Saccharum.
	Die mannigfaltigsten und unregelmässigsten Stellungsverhältnisse des Xylems.	
	Centripetale Entwickelung des Xylems ..... Ausgenommen: Glyceria, Holcus und Elymus.	.....
	Die Centralgefässe sind meist Netz- und Poren	gefässe.

hen Baues der Wurzeln der

Cyperaceae.

Cariceae.	Scirpeae.	Cypereae.
Verhältniss englichtiger.	Heleocharis zartwandig.	
Verhältniss mehr gestreckt.		
ig unverholzt.		Immer unverholzt.
hmässiger Verlauf des Peri	cambiums	.....
xcaespt., stricta, vulg. haben dem em gegenüber kleinere Zellen).		
Zellen zwischen d. Xylemgruppen.	Eriophorum und Heleocharis mit 1—3 Zellen.	
g unverholzt.		
Siebröhre mit 5 — 10 Phloem	zellen.	.....
r centripetale Entwickelung des	Phloems.	
r ein einziges Xylemgefäss	.....	.....
genommen: C. limosa, hirta, hophysa u. hordeiformis).		
r herangetreten.	Immer herangetreten.	Immer getrennt (Duval-Jouve: 4 Ausnahmefälle).
		Alternirendes Herantreten bei Cyperus elegans.
regelmässige Stellungsverhält	nisse des Xylems.	
r centripetale Entwickelung des	Xylems.....	.....
Centralgefässe sind meist Poren	leitergefässe.	.....

Tabelle zur Vergleichung des a[natomi]schen Baues der Wurzeln der

Gramineae.

Elemente.	Tribus I bis XII.	Tribus XIII.
Mark.	Vorhanden bei Zea, Gynerium, Bambusa, dann bei Molinia, Calamagrostis und Cinna.	Vorhanden bei Saccharum, Imperata, Erianthus, Sorghum.
Leitzellen.	Im Verhältniss weitlichtiger.	
	Auf Längsschnitten im Verhältniss weniger gestreckt.	
	Leitzellen bleiben unverholzt bei Phleum, Phalaris, Glyceria und Calamagrostis.	
Pericambium.	Immer 2 grössere Zellen dem Phloem gegenüber.	Gleichförmig bei Saccharum u. Erianthus.
	4—7 Zellen zwischen den Xylemgruppen.	
	Pericambiumzellen bleiben unverholzt bei Phleum, Glyceria, Phalaris u. Calamagrostis	
Phloem.	Eine Siebröhre mit 3—5 Phloemzellen	.....
	Immer centripetale Entwickelung des Phloems.	.....
Xylem.	Immer mehr als ein Gefäss (ausgenommen Eleusine und Anthox.) und oft mit 2 Gefässen zugleich an die Leitbündelscheide.	
	Bei der grösseren Hälfte geht das Xylem an die Leitbündelscheide; bei der kleineren Hälfte wird das Xylem von der Leitbündelscheide durch das Pericambium geschieden.	Immer geschieden.
	Alternirendes Herantreten und Geschiedensein des Xylems: bei Triticum repens, Chloris, und nach van Tiegh. bei Paspalum u. Tricholaena.	bei Saccharum.
	Die mannigfaltigsten und unregelmässigsten Stellungsverhältnisse des Xylems.	
	Centripetale Entwickelung des Xylems ..... Ausgenommen: Glyceria, Holcus und Elymus.	.....
	Die Centralgefässe sind meist Netz- und Porengefässe.	

Cyperaceae.

Cariceae.	Scirpeae.	Cypereae.
Im Verhältniss englichtiger.	Heleocharis zartwandig.	
Im Verhältniss mehr gestreckt.		
Häufig unverholzt.		Immer unverholzt.
Gleichmässiger Verlauf des Pericambiums ..... (Carex caespt., stricta, vulg. haben dem Phloem gegenüber kleinere Zellen).		.....
4—5 Zellen zwischen d. Xylemgruppen.	Eriophorum und Heleocharis mit 1—3 Zellen.	
Häufig unverholzt.		
Eine Siebröhre mit 5 — 10 Phloemzellen.		.....
Immer centripetale Entwickelung des Phloems.		
Immer ein einziges Xylemgefäss ..... (Ausgenommen: C. limosa, hirta, physophysa u. hordeiformis).		.....
Immer herangetreten.	Immer herangetreten.	Immer getrennt (Duval-Jouve: 4 Ausnahmefälle).
		Alternirendes Herantreten bei Cyperus elegans.
Sehr regelmässige Stellungsverhältnisse des Xylems.		
Immer centripetale Entwickelung des Xylems		.....
Die Centralgefässe sind meist Porenleitergefässe.		.....

Das Resultat aller Untersuchungen vorliegender Arbeit kann man demnach in folgendem Schlusssatze zusammenfassen:

«Die Wurzeln der **Gramineen** haben bei radialem Collabiren der Innenrindenzellen und ungleichmässiger Bildung des Pericambiums zur Hälfte ein Herantreten, zur Hälfte ein Nichtherantreten des Xylems an die Leitbündelscheide; die Wurzeln der **Cyperaceen** haben dagegen bei tangentialem Collabiren der Innenrindenzellen, bei gleichförmiger Bildung des Pericambiums und bei kleinerem Bau des Leitbündels und der Zellen bei den *Cypereen* ein Nichtherantreten des Xylems an die Steifungsscheide, bei den *Cariceen* und *Scirpeen* aber ein unmittelbares Herantreten eines Xylemgefässes an die Stützscheide».

Erklärung der Tafeln.

Erklärung der Buchstaben und Abkürzungen.

Ar. = Aussenrinde.
C. P. = Casparysche Punkte.
Ep. = Epidermis.
g. = Gefäss.
gl. = Leitzellen (Geleitzellen).
glr. = Gallerte.
h. = Haar.
ir. = Innenrinde.
Ltb. = Leitbündel.
Ltbg. = Leitbündelgewebe.
m. = Mark (centrale Parthie des Protomeristems).
phl. = Phloem.
prphl. = Protophloem.
pr. = Pericambium.
prx. = Protoxylem.
Q. = Querschnitt.
R. = Rinde.
Sb. = Siebröhre.
schz. = Schutzscheide.
st. = Stützscheide.
stf. = Steifungsscheide.
X. = Xylem.

Die Figuren 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28 sind mit Hülfe des Zeichnenprismas angefertigt worden. Die übrigen Abbildungen sind frei nach dem Object bei 450-facher Linearvergrösserung gezeichnet worden.

Tafel I.

Fig. 1. **Carex vulgaris** Fr. Wurzelhaare (eine Zellenschicht der Epidermis deckt den unteren Theil der Haare); h_3 normal entwickeltes Haar, h_1 und h_2 Haare mit Biegungen und Krümmungen und körnigem Inhalt, h_4 Haar mit scheinbarer Quertheilung.

Fig. 2. **Carex stricta** Good. *a*, *b*, *c* Wurzelhaare mit eingetrocknetem Inhalt; *d* und **Carex vulgaris** *e*, *f*, *g* Wurzelhaare mit scheinbarer Quertheilung durch Drehung und Schnitte veranlasst.

Fig. 3. **Milium effusum.** L. Längsschnitt einer Schutzscheidenzelle mit der Verdickungsfalte C. P.

Fig. 4. **Stipa pennata.** L. Fortschreitende Entwickelung der Verdickungsleiste einer Schutzscheidenzelle auf dem Querschnitt. Entwickelungsfolge nach den Buchstaben: *a* reine Schutzscheidenzelle, C. P. Casparyscher Punkt; *d* fertige Stützscheidenzelle mit Schichtung und Tüpfelung.

Fig. 5. **Cyperus Ginge.** L. Längsschnitt einer Steifungsscheidenzelle. Die Tüpfelung zum Leitbündel hin lebhafter.

Fig. 6. **Phalaris arundinacea.** L. Längsschnitt einer Stützscheidenzelle. Die Verdickung mit lebhafter Tüpfelung und schöner Schichtung nur nach Innen, zum Leitbündel hin, gerichtet; x Xylemgefäss, ir innerste Innenrindenzelle.

Fig. 7. **Saccharum cylindricum.** Gestreifte Zellen der Aussenrinde.

Fig. 8. **Saccharum cylindricum.** Gestreifte Zellen im Mark.

Fig. 9. **Andropogon giganteus.** *a* Tangentialansicht macerirter jugendlicher Stützscheidenzellen mit doppelten Reihen von Protuberanzen; *b* radialer Längsschnitt einer entwickelten Stützscheidenzelle. Die Einlagerungen sind stark lichtbrechend.

Fig. 10. **Erianthus Ravennae.** *a* Tangentialansicht macerirter jugendlicher Stützscheidenzellen mit einfachen Reihen von Protuberanzen, um welche herum eine lebhafte Tüpfelung stattfindet; *b* radialer Längsschnitt einer entwickelten Stützscheidenzelle mit unregelmässiger Bildung der Protuberanzen.

Fig. 11. **Erianthus Ravennae.** Querschnitt von Stützscheidenzellen mit dranstossenden Innenrindenzellen (ir) und Pericambiumzellen (pr.)

Fig. 12. **Elymus sabulosus.** Sieb. Querschnitt einer Stützscheidenzelle mit zwei verschiedenen Schichtungssystemen.

Fig. 13. **Setaria viridis.** Beauv. Querschnitt der Rinde; die äussere Schicht der Aussenrinde mit weitlichtigen Zellen, die innere mit bis zum Schwund des Lumens verdickten Zellen.

Fig. 14. **Phragmites communis.** Trin. Q. Ausgebildetes Entwickelungsstadium einer Nebenwurzel 4. (?) Ordnung.

Fig 15. **Oryza sativa.** L. Q. Jugendliches Entwickelungsstadium, dem gewöhnlichen Aufbau entsprechend.

Fig. 16. **Oryza sativa.** L. Q., älteres Entwickelungsstadium, den nur ein Mal beobachteten Fall einer dreischichtigen Aussenrinde zeigend. Radiales Collabiren der Innenrindenzellen.

Fig. 17. **Poa nemoralis.** L. Q. Schematische Darstellung des Uebereinanderliegens der Innenrindenzellen.

Fig. 18. **Carex caespitosa.** L. Q. Mittleres Entwickelungsstadium. Die Innenrindenzellen sind zum Theil collabirt, zum Theil im Collabiren begriffen, zum Theil noch erhalten und mit Stärke erfüllt. Die fortlaufenden Zahlen bezeichnen die einzelnen Zellenschichten mit der innersten Innenrindenschicht beginnend.

Fig. 19. **Lasiagrostis splendens.** Kunth. Querschnitt eines nicht ganz jungen Wurzelthеils, um die äusserst reichhaltige Schichtenfolge der Rinde zu zeigen; *a* Schutzscheide, *b*—*e* Innenrinde, *f*—*h* Aussenrinde, *i* Epidermis, h_2 Haar.

Fig. 20. **Lasiagrostis splendens.** Kunth. Querschnitt eines schon ausgebildeten Entwickelungsstadiums; Buchstaben wie in Fig. 19.

Tafel II.

Fig. 21*a*. **Heleocharis acicularis.** Brown. Q. Die eine Aussenrindenschicht besteht gleich der Epidermis aus weitlichtigen und unverdickten Zellen. Tangentiales Collabiren der Innenrindenzellen.

Fig. 21*b*. **Carex** spec.? (Unter dem falschen Namen Andropogon bombicinus geht im botanischen Garten zu Dorpat eine Pflanze, die dem Aeussern sowohl, als auch der innern Wurzelstructur nach entschieden eine Carexart sein muss; sie konnte bisher wegen Mangel an Blüthen nicht bestimmt werden). Entwickelung, Buchstaben und Zahlen wie in Fig. 18.

Fig. 22. **Phragmites communis.** Trin. Q. Ausgebil-

detes Entwickelungsstadium; radiales Collabiren der Innenrindenzellen.

Fig. 23. **Eriophorum gracile.** Koch. Q. Ausgebildetes Entwickelungsstadium. Tangentiales Collabiren der Innenrindenzellen.

Fig. 24. **Carex Pseudocyperus.** L. Q. Junges Entwickelungsstadium mit noch nicht differenzirtem Protoxylem. Die erste pentagonalgeformte Protophloemzelle ist schon angelegt. Die Aussenrinde mit ziemlich vollendeter Theilung. Gallerte noch vorhanden, aber die Wurzelhaubenzellen sind schon abgestossen.

Fig. 25. **Heleocharis palustris.** R. Brown. Q. Jugendliches Entwickelungsstadium mit noch nicht vollständig entwickeltem Phloem. Die Gallerte beginnt sich zu vertheilen.

Tafel III.

Fig. 26. **Hordeum vulgare.** L. Q. Sehr junges Entwickelungsstadium der Hauptwurzel mit noch nicht differenzirtem Phloem und Xylem. Die Intercellularräume der Rinde reichen bis an die Epidermis.

Fig. 27. **Zea Mays.** L. Q. Sehr junges Entwickelungsstadium mit schon vollständig differenzirtem Phloem und Xylem; wegen Grösse des Maassstabes nur ein kleiner Theil des Leitbündels mit wenig sichtbaren Markzellen.

Fig. 28. **Agrostis vulgaris.** With. Q. Ausgebildetes Entwickelungsstadium einer Nebenwurzel. Ein geschlossener Pericambiumring grenzt das Leitbündel nach Aussen dem Phloem gegenüber gegen Stützscheidenzellen, dem Xylem gegenüber aber gegen einfache Innenrindenzellen ab. Die Rinde mit weiten Intercellularräumen.

Fig. 29. **Lolium temulentum.** L. Q. Sehr junges Entwickelungsstadium. Die Casparyschen Punkte in der Schutzscheide noch nicht sichtbar. Beginn der Differenzirung von Phloem und Xylem.

Fig. 30. **Eleusine gracilis.** Q. Jugendliches Entwickelungsstadium mit vollständig ausgebildetem Phloem uud Xylem.

Fig. 31. **Milium effusum.** L. Q. Sehr junges Entwickelungsstadium. Die erste Protophloemzelle allein angelegt. Die Casparyschen Punkte als längliche Schatten schon sichtbar.

Fig. 32. **Aira caespitosa.** L. Q. Jugendliches Entwickelungsstadium. Die Schutzscheide geht in eine Steifungsscheide über. Die Zahl und Stellungsverhältnisse des Xylems sehr unregelmässig.

Fig. 33. **Stipa capillata.** L. Q. Jugendliches Entwickelungsstadium. Mehrschichtiges Pericambium.

Fig. 34. **Holcus lanatus.** L. Q. Jugendliches Entwickelungsstadium. Die Buchstaben bedeuten in der Reihenfolge die Entwickelung des Protoxylems.

Fig. 35. **Elymus sabulosus.** Sieb. Q. Sehr junges Entwickelungsstadium einer Wurzel 1. Ordnung; x*a*, x*b*, x*c* Entwickelungsfolge des Xylems; p_1, p_2, p_3 Entwickelungsfolge des Phloems. Die Casparyschen Punkte sind noch nicht sichtbar.

Fig. 36. **Elymus sabulosus.** Sieb. Q. Sehr junges Entwickelungsstadium einer Wurzel 2. Ordnung. Entwickelungsfolge des Xylems und Phloems nach den Buchstaben.

Inhaltsübersicht.

Erster Abschnitt.

Beschreibung der Gewebe und der Elemente der Gramineen- und Cyperaceen-Wurzeln.

A. Hautgewebe.

Seite.

1. Epidermis 4
Entwickelung und Beschreibung der Epidermiszellen 4
Vergleich der Epidermiszellen mit den Rindenzellen 4
Beschreibung einzelner Beispiele 4
Schwinden der Epidermis 5
2. Gallerte 5
3. Haare 5
Entwickelung der Wurzelhaare 5
Abnorme Bildungen der Wurzelhaare 6
Oeffnen der Wurzelhaare 6

B. Rindengewebe.

1. Rinde 7
Eintheilung in Aussen-, äussere und innere Innenrinde 7
Eintheilung der Rinde in 2 Typen 8
a. Beschreibung der Jugendstadien der beiden Typen 9
b. Beschreibung der ausgebildeten Entwickelungsstadien der beiden Typen 10
c. Uebersichtstabelle der Rindentypen 12
Rindentypus I. 13
1. Aussenrinde des Typus I. 13
a. Allgemeine Beschreibung 13
b. Beschreibung der Typenformen I*a.* und I*b.* 13
c. Beschreibung der Uebergangsformen 13
α. im Rindentypus I selbst, ... 13
β. im Rindentypus I und im Rindentypus II 14
2. Innenrinde des Typus I. 14
Rindentypus II. 15
3. Aussenrinde des Typus II. 15
Allgemeine Beschreibung 15

Seite.

4. Innenrinde des Typus II. ... 15
a. Allgemeine Beschreibung ... 15
b. Das Collabiren der Rindenzellen ... 15
c. Eintheilung in Untertypen ... 15
α. II*a*: mit radialem Collabiren ... 15
β. II*b*: mit tangentialem Collabiren ... 15
5. Aussenrinde des Typus IIa. ... 15
a. Gleichförmiges Sclerenchym ... 15
b. Auftreten einer weitlichtigen Rindenschicht ... 15
c. Auftreten einer englichtigen Rindenschicht ... 15
d. Aussenrinde ohne Sclerenchym ... 15
6. Innenrinde des Typus IIa ... 16
a. Die Rinde der Andropogoneen ... 16
b. Die Rinde von Lasiagrostis splendens ... 17
7. Aussenrinde des Typus IIb. ... 17
a. Gleichförmiges Sclerenchym ... 17
b. Besondere sclerenchymatische Bildungen ... 18
8. Innenrinde des Typus IIb. ... 18
a. Gewöhnliche Bildungen ... 18
b. Bei den Cypereen ... 18
Reactionen ... 19
Intercellularsubstanz ... 19
Farbstoff ... 19
Amylum ... 19
Krystalle ... 20
Rinde der Nebenwurzeln ... 20
Vergleich mit den Mutterwurzeln ... 20
Einzelbeschreibung ... 20
2. Leitbündelscheide ... 21
1. Schutzscheide ... 21
a. Entwickelung zur Leitbündelscheide ... 21
b. Casparysche Punkte ... 21
2. Stützscheide ... 22
a. Verholzen ... 22
b. Verdickung ... 22
c. Schichtung ... 22
d. Tüpfelung ... 22
e. Protuberanzen bei den Andropogoneen ... 23
f. Verdickungsformen der Zellen ... 24
3. Steifungsscheide ... 24
4. Verhältniss der Zellen der Leitbündelscheide zur Innenrinde ... 25
5. Leitbündelscheide der Nebenwurzeln ... 26
Nachtrag zur Rinde ... 27
Rindentabelle ... 28

Seite.

C. Leitbündelgewebe.

Einleitung ... 30
1. Mark ... 30
2. Leitzellen ... 31
Vorkommen ... 31
Reaction, Verholzen, Nichtverholzen ... 32
3. Pericambium ... 32
Kritisches ... 32
Bildung der Pericambiumzellen dem Phloem gegenüber ... 33
Bei den Nebenwurzeln ... 34
4. Phloem ... 34
Entwickelung ... 34
Pentagonalzelle und Phloembestandtheile ... 35
5. Xylem ... 36
Entwickelung ... 36
Zahl der Xylemgefässe ... 37
Uebersichtstabelle des Stellungsverhältnisses des Xylems ... 37
Unterstellungsverhältnisse ... 38
a. Bei Herantreten des Xylems an die Leitbündelscheide ... 38
α. 1 Gefäss ... 38
β. 2—4 Gefässe ... 38
γ. 3—6 Gefässe ... 39
δ. Einzelbeschreibungen ... 39
b. Bei Nichtherantreten des Xylems an die Leitbündelscheide ... 39
α. einschichtiges Pericambium ... 39
β. mehrschichtiges Pericambium ... 40
γ. Einzelbeschreibungen ... 40
c. Alternirendes Herantreten und Geschiedensein des Xylems von der Leitbündelscheide ... 41
Verhältniss des gegenseitigen Verhaltens der Pericambiumzellen zum Xylem ... 41
Centripetale und centrifugale Entwickelung des Xylems ... 41
Centralgefässe ... 42
Xylem bei den Nebenwurzeln ... 44
Tabelle aller Stellungsverhältnisse des Xylems ... 46

Zweiter Abschnitt.

Vergleichung des anatomischen Baues der Gramineen- und Cyperaceen-Wurzeln.

Einleitung ... 48
Vergleich der Gramineen- und Cyperaceen-Wurzeln mit den Monocotyledonen ... 49
Einzelbeschreibung der Familien ... 49

Seite.

1. Gramineen 50
2. Cyperaceen 51

Vergleich der einzelnen Elemente zwischen den Wurzeln der Gramineen und Cyperaceen 52

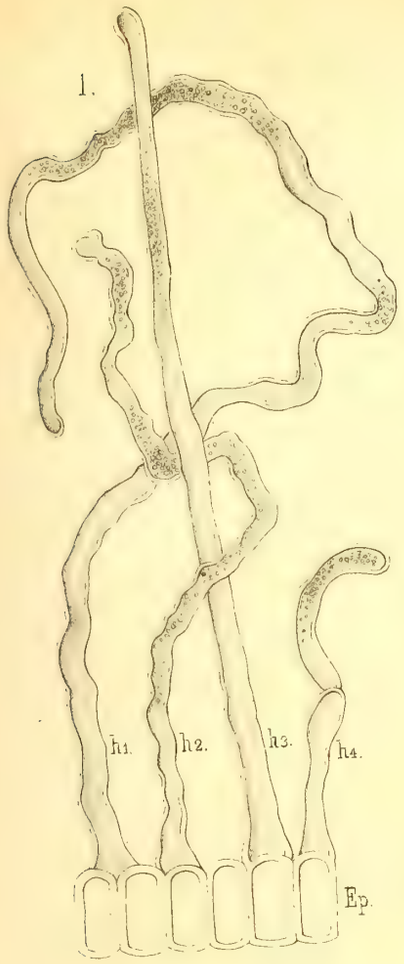
1. Grössenverhältnisse 52
2. Epidermis 52
3. Gallerte 52
4. Rinde 52
5. Leitbündelscheide 53
6. Leitzellen 54
7. Pericambium 54
8. Mark 54
9. Phloem 54
10. Xylem 55

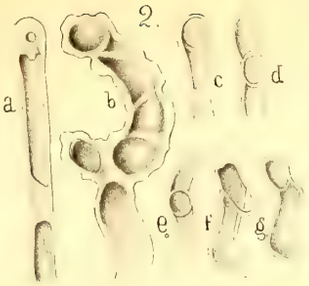
Tabelle zur Vergleichung des Hauptstellungsverhältnisses des Xylems 56
Schlussfolgerungen 58
Tabelle zur Vergleichung der Gramineen- und Cyperaceen-Wurzeln 60

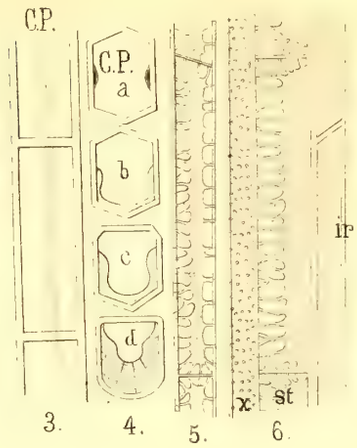
Corrigenda.

Pag. 32 die 3 letzten Zeilen, und pag. 33 die 2 ersten Zeilen, sind wie folgt zu lesen: aber dass er sich berechtigt glaubt für die übrigen Cyperaceen das Gegentheil anzunehmen, blos darauf hin, dass er bei nur einer untersuchten Cyperus-Art, dem Cyperus longus, das Inseriren dem Xylem gegenüber sah, finde ich mehr als gewagt, da bei den Carices und Scirpeen das Xylem ja immer an die Leitbündelscheide tritt.

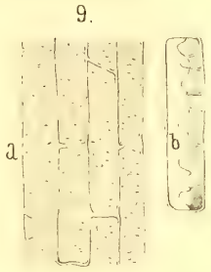
Pag. 41 Zeile 18 von oben lies häufig statt hänfig
» 42 » 14 » » » befinden » befindenz
» 51 » 14 » » » zwischen » zwisehen

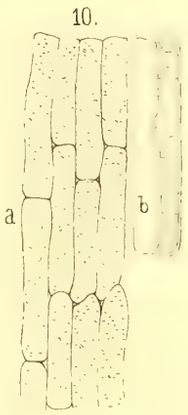

1.
h1.
h2.
h3.
h4.
Ep.


2.
a
b
c
d
e
f
g


C.P.
C.P.
a
b
c
d
ir
x
st
3.
4.
5.
6.

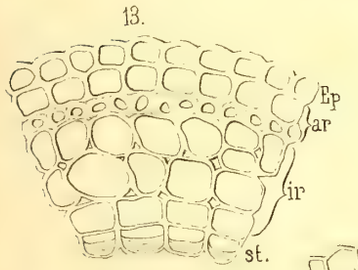
7.
8

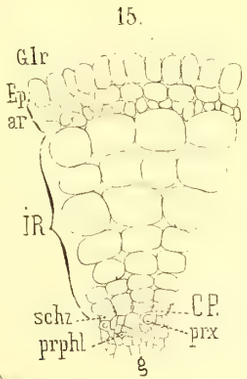

9.
a
b

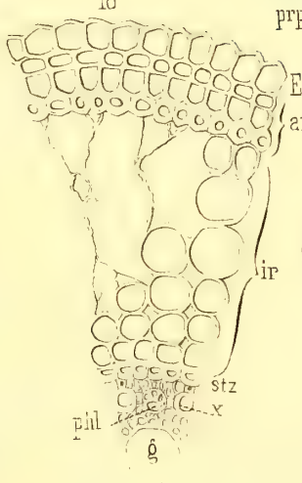

10.
a
b

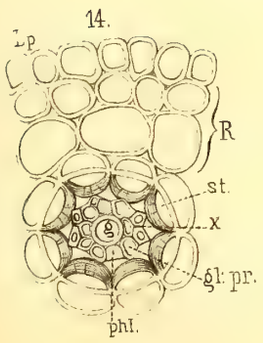
12.

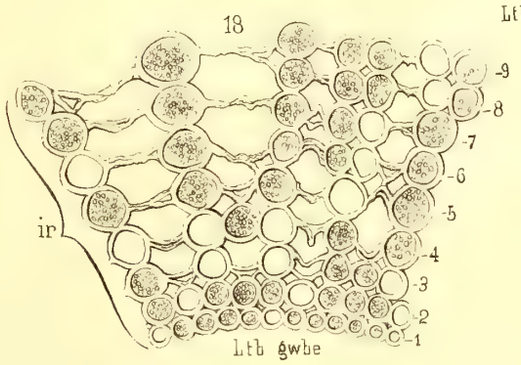
11.
ir
st.
Pr

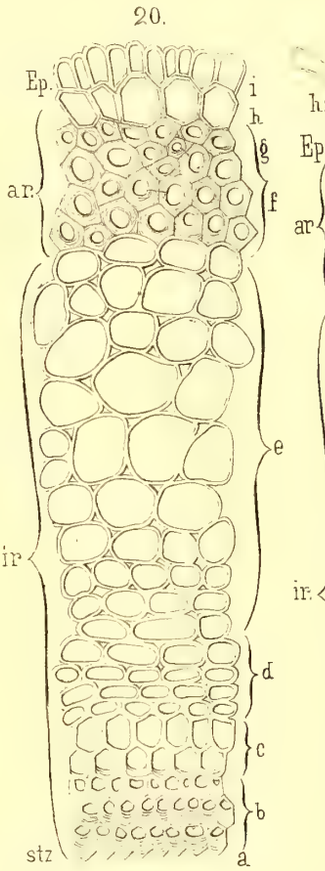

13.
Ep
ar
ir
st.

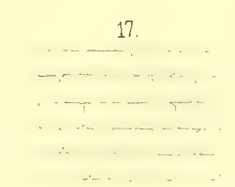

15.
GIr
Ep.
ar
iR
schz
prphl
C.P.
prx
g

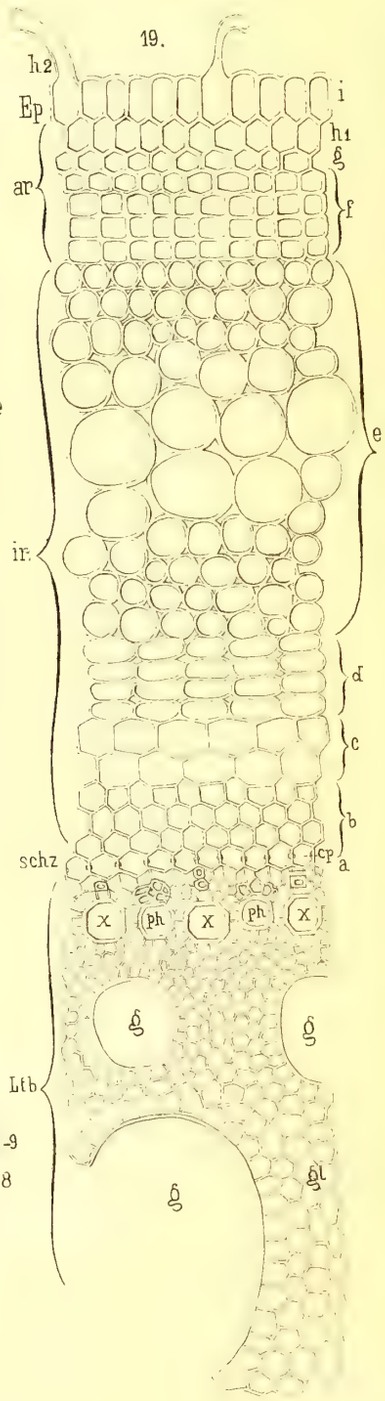

16
Ep.
ar
ir
stz
phl
x
g


14.
Ep
R
st.
x
gl
pr.
phl.

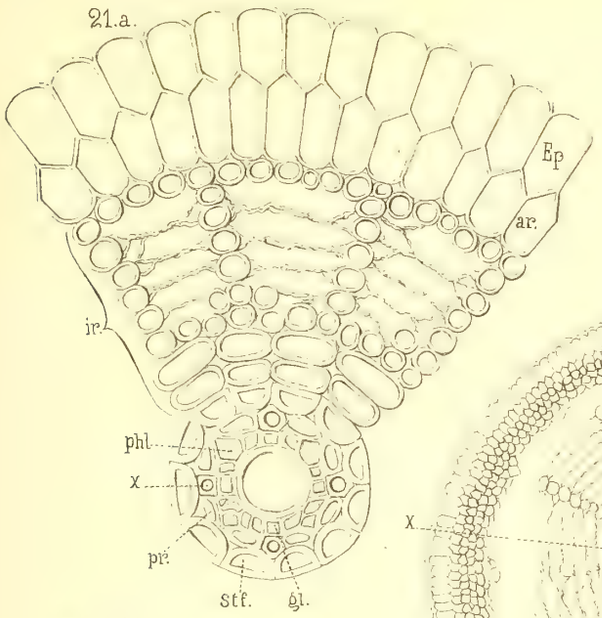

18
ir
-9
-8
-7
-6
-5
-4
-3
-2
-1
Ltb
gwbe


20.
Ep.
ar.
i
h
g
f
e
ir
d
c
b
a
stz

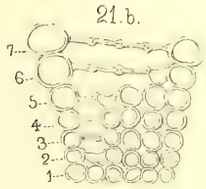

17.


19.
h2
Ep
i
h1
g
ar
f
e
ir
d
c
b
a
schz
cp
X
ph
X
ph
X
g
g
Ltb
gl
g

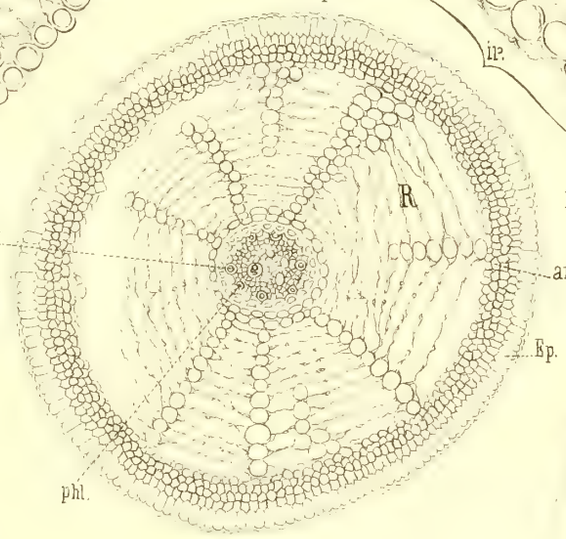
21.a.



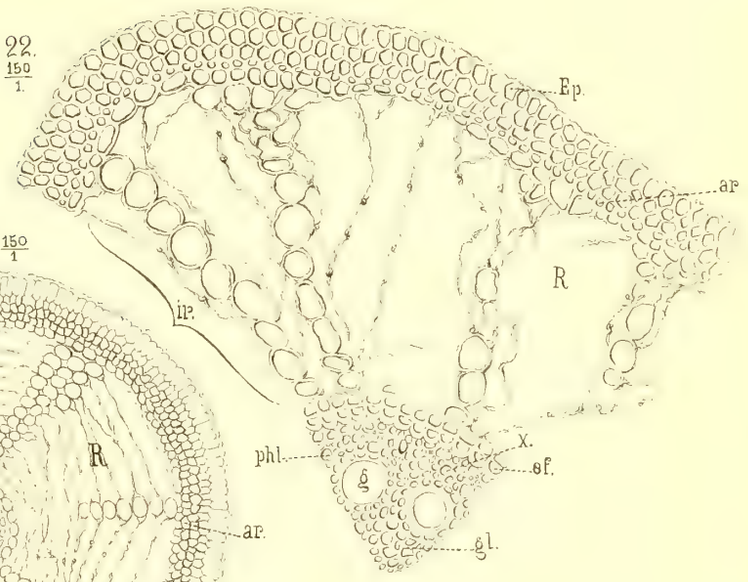
21.b.



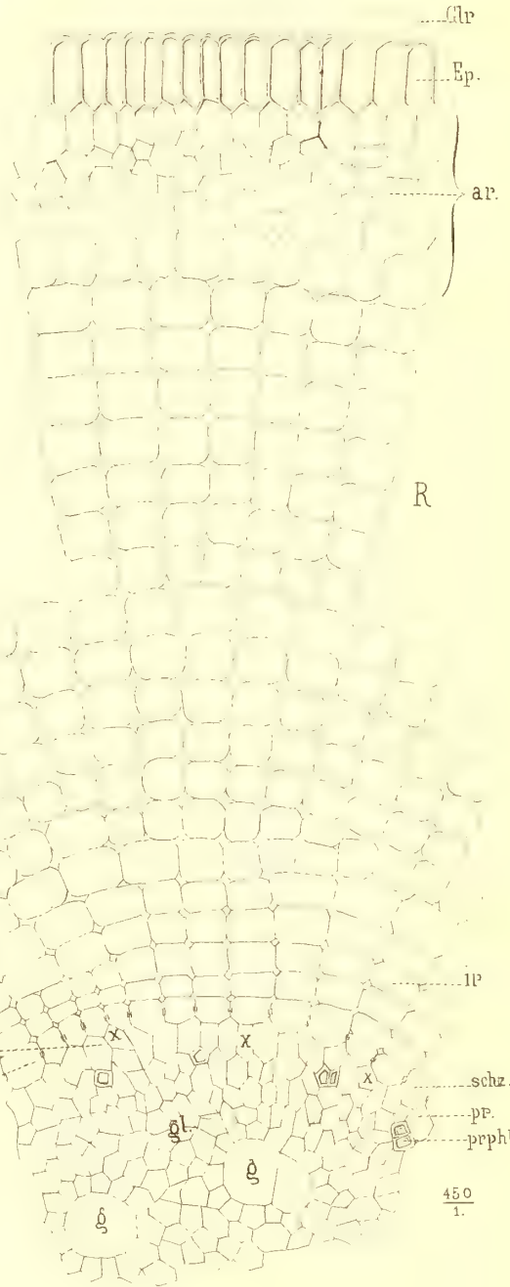
23. $\frac{150}{1}$



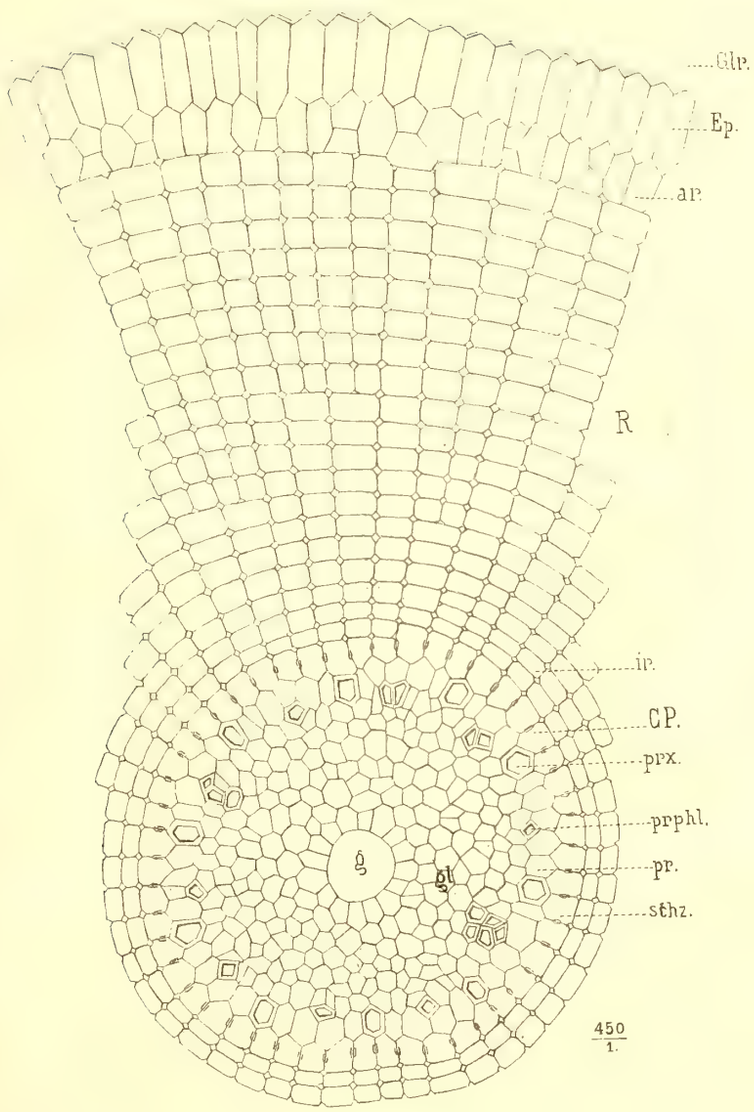
22. $\frac{150}{1}$



24.



25.

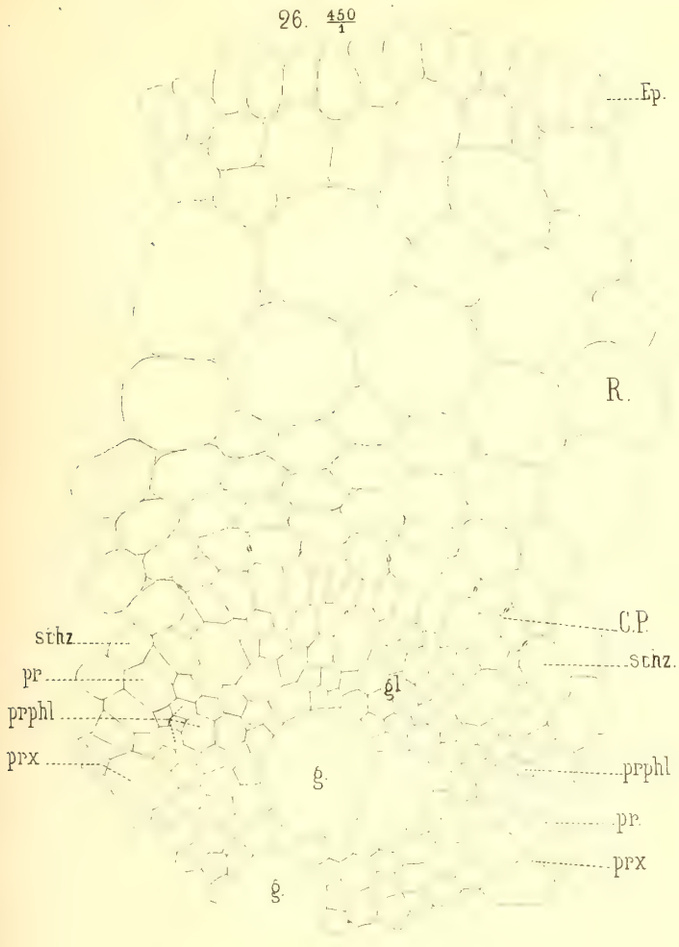


450/1.

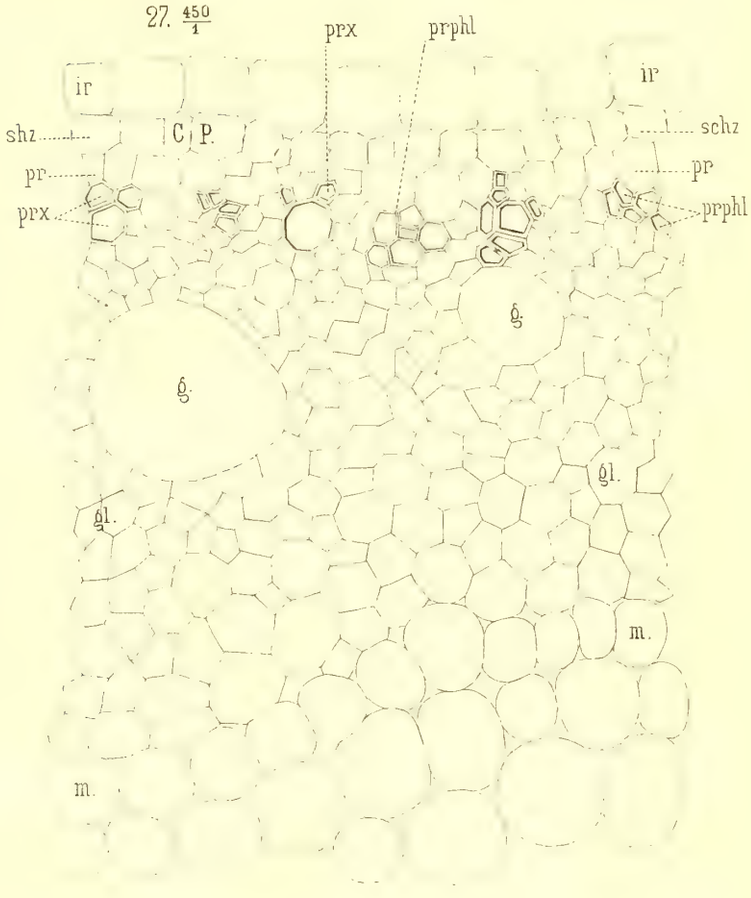
F. Klinge del. ad nat.

Lithographie v. Ivanson, St. Petersburg.

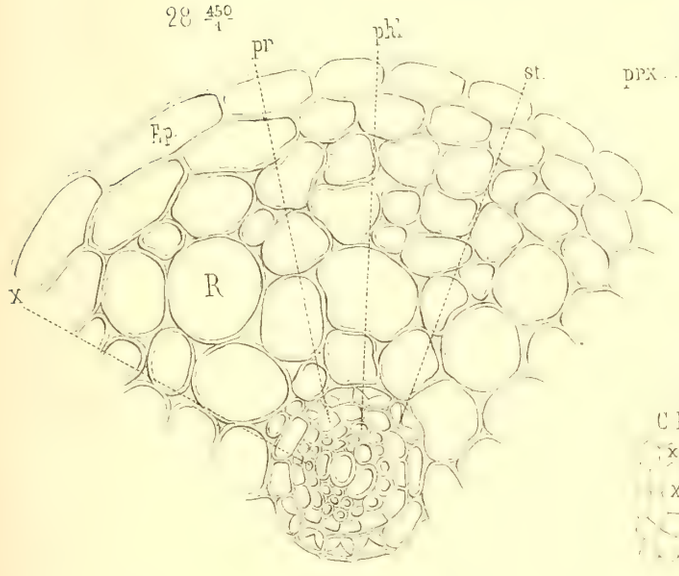
26. $\frac{450}{1}$



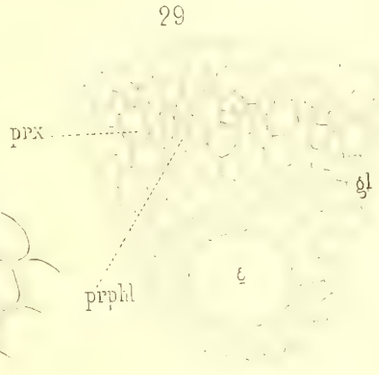
27. $\frac{450}{1}$



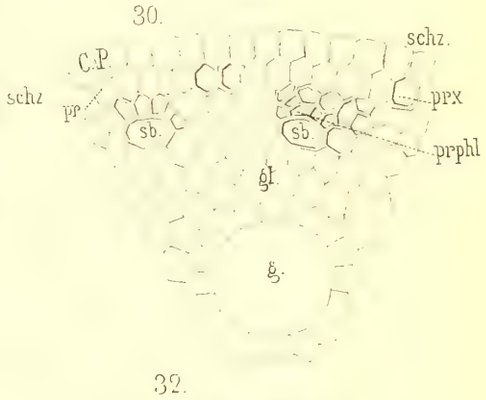
28. $\frac{450}{1}$



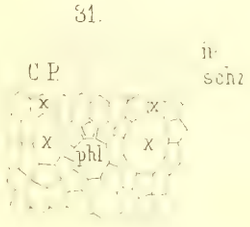
29



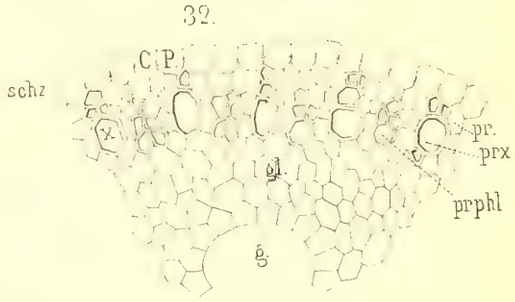
30.



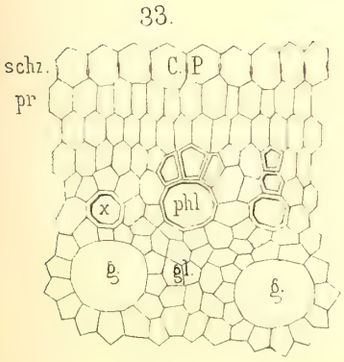
31.



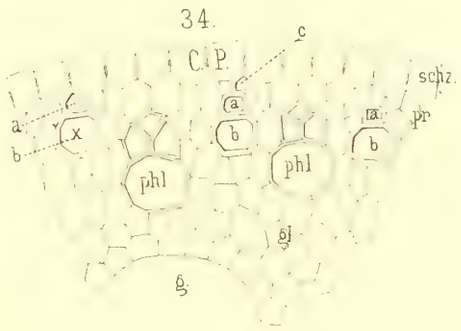
32.



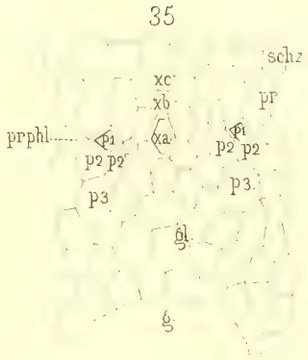
33.



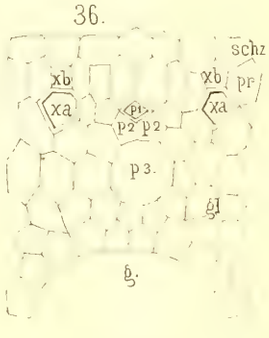
34.



35



36.



F. Klinge del. ad nat.

Lithographie v. Ivanson St. Petersburg.

BEKANNTMACHUNG

der Kaiserlichen Akademie der Wissenschaften.

Als im Jahre 1847, bald nach Rückkehr des Herrn Dr. A. Th. von Middendorff von seiner sibirischen Reise, seitens der Akademie der Wissenschaften die Herausgabe seiner Reisebeschreibung in deutscher Sprache begann, wurde, einfacherer Berechnung wegen, für jeden Band derselben, ohne Rücksicht auf seinen Umfang und die Zahl der in ihm enthaltenen Tafeln, einförmig der Preis von 5 Rub. 40 Kop. (6 Thlr.) bestimmt. Gegenwärtig kann das Werk, ungeachtet einer Lücke im zweiten Bande, als vollendet betrachtet werden, und zwar enthält dasselbe 16 Lieferungen, die zu 4 Bänden zusammengestellt sind. Da jedoch der Inhalt des Werkes ein sehr mannigfaltiger und fast jede der Lieferungen einer besonderen Specialität gewidmet ist, so hat die Akademie, um die verschiedenen Theile des Werkes den betreffenden Fachgelehrten zugänglicher zu machen, die Bestimmung getroffen, dass von nun an wie die Bände so auch die Lieferungen einzeln im Buchhandel zu haben sein sollen, und zwar zu den folgenden, nach Umfang und Zahl der Tafeln normirten Preisen.

Dr. A. Th. v. Middendorff's Reise in den äussersten Norden und Osten Sibiriens während der Jahre 1843 und 1844 mit Allerhöchster Genehmigung auf Veranstaltung der Kaiserlichen Akademie der Wissenschaften zu St. Petersburg ausgeführt und in Verbindung mit vielen Gelehrten herausgegeben. 4 B^{de} in 4^{0} (1847 — 1875).

	Silber.		Reichsm.	
	Rbl.	K.	Mrk.	Pf.
Bd. I. Th. I. Einleitung. Meteorologische, geothermische, magnetische und geognostische Beobachtungen. Fossile Hölzer, Mollusken und Fische. Bearbeitet von K. E. von Baer, H. R. Göppert, Gr. von Helmersen, Al. Graf. Keyserling, E. Lentz, A. Th. v. Middendorff, W. v. Middendorff, Johannes Müller, Ch. Peters. Mit 15 lith. Tafeln. 1848. LVI u. 274 S.	3	45	11	50
Bd. I. Th. II. Botanik. **Lf. 1.** Phaenogame Pflanzen aus dem Hochnorden. Bearbeitet von E. R. v. Trautvetter. 1847. Mit 8 lithogr. Tafeln. IX u. 190 S.	2	25	7	50
Lf. 2. Tange des Ochotskischen Meeres. Bearb. von F. J. Ruprecht. 1851. Mit 10 chromolithogr. Tafeln. (Tab. 9 — 18.) S. 193 - 435	3	95	13	20
Lf. 3. Florula Ochotensis phaenogama. Bearbeitet von E. R. v. Trautvetter und C. A. Meyer. Musci Taimyrenses, Boganidenses et Ochotenses nec non Fungi Boganidenses et Ochotenses in expeditione Sibirica annis 1843 et 1844 collecti, a fratribus E. G. et G. G. Borszczow disquisiti. Mit 14 lithogr. Tafeln. (19—31.) 1856. 148 S.	2	45	8	20
Bd. II. Zoologie **Th. I.** Wirbellose Thiere: Annulaten. Echinodermen. Insecten. Krebse. Mollusken. Parasiten. Bearbeitet von E. Brandt, W. F. Erichson, Seb. Fischer, E. Grube. E. Ménétriès, A. Th. v. Middendorff. Mit 32 lith. Tafeln. 1851. 516 S. (Beinahe vergriffen.)	7	35	24	50
Th. II. Lf. 1. Wirbelthiere. Säugethiere, Vögel und Amphibien. Bearb. von Middendorff Mit 26 lithogr. Tafeln. 1853. 256 S. (Vergriffen.)	6	35	21	20
Bd. III. Ueber die Sprache der Jakuten. Von Otto Böntlingk. **Th. I. Lf. 1.** Jakutischer Text mit deutscher Uebersetzung. 1851. 96 S.	—	80	2	70
Lf. 2. Einleitung. Jakutische Grammatik. 1851. S. LIV u. 97—397	2	30	7	70
Th. II. Jakutisch-deutsches Wörterbuch. 1851. 184 S.	1	40	4	70
Bd. IV. Sibirien in geographischer, naturhistorischer und ethnographischer Beziehung. Bearbeitet von A. v. Middendorff. **Th. I.** Uebersicht der Natur Nord- und Ost-Sibiriens. **Lf. 1.** Einleitung. Geographie und Hydrographie. Nebst Tafel II bis XVIII des Karten-Atlasses. 1859. 200 S. und 17 Tafeln des Atlasses	3	15	10	50
Lf. 2. Orographie und Geognosie. 1860. S. 201—332. (Vergriffen.)	1	10	3	70
Lf. 3. Klima. 1861. S. 333—523 u. XXV	1	70	5	70
Lf. 4. Die Gewächse Sibiriens. 1864. S. 525—783 u. LVI	2	45	8	20
Th. II. Uebersicht der Natur Nord- und Ost-Sibiriens. **Lf. 1.** Thierwelt Sibiriens. 1867. S. 785—1094 u. XIII	2	50	8	30
Lf. 2. Thierwelt Sibiriens (Schluss). 1874. S. 1095—1394	2	30	7	70
Lf. 3. Die Eingeborenen Sibiriens (Schluss des ganzen Werkes). 1875. S. 1395—1615. Mit 16 lith. Tafeln	3	25	10	80

MÉMOIRES
DE
L'ACADÉMIE IMPÉRIALE DES SCIENCES DE ST.-PÉTERSBOURG, VII^E SÉRIE.
TOME XXVI, N° 13.

DIE
KOHLENSÄURE DES BLUTES.

VON

J. Setschenow.

(Lu le 27 Février 1879.)

APR 3 1880

ST.-PÉTERSBOURG, 1879.

Commissionnaires de l'Académie Impériale des sciences:

à St.-Pétersbourg:
MM. Eggers et C^ie, J. Issakof et J. Glasounof;

à Riga:
M. N. Kymmel;

à Leipzig:
M. Léopold Voss.

Prix: 50 Kop. = 1 Mrk. 70 Pf.

MÉMOIRES
DE
L'ACADÉMIE IMPÉRIALE DES SCIENCES DE ST.-PÉTERSBOURG, VII^E SÉRIE.
TOME XXVI, N° 13.

DIE
KOHLENSÄURE DES BLUTES.

VON

J. Setschenow.

(*Lu le 27 Février 1879.*)

ST.-PÉTERSBOURG, 1879.

Commissionnaires de l'Académie Impériale des sciences:

à St.-Pétersbourg:	à Riga:	à Leipzig:
MM. Eggers et C^ie, J. Issakof et J. Glasounof;	M. N. Kymmel;	M. Léopold Voss.

Prix: 50 Kop. = 1 Mrk. 70 Pf.

Imprimé par ordre de l'Académie Impériale des sciences.
Mai 1879. C. Vessélofski, Secrétaire perpétuel.

Imprimerie de l'Académie Impériale des sciences.
(Vass.-Ostr., 9 ligne, № 12.)

1. Die Frage über die Vertheilung der Kohlensäure zwischen den Elementen des Blutes und ihren Zustand in den letzteren steht bekanntlich noch sehr weit von ihrer definitiven Lösung.

Als Kohlensäureträger pflegt man bis jetzt hauptsächlich oder sogar ausschliesslich die Stoffe des Plasma und zwar dessen mineralische Bestandtheile zu betrachten. Versuche an geronnenem Blute von Zuntz[1]) und A. Schmidt[2]) stehen damit allerdings nicht im Einklange, indem durch dieselben die Gegenwart der CO_2 in den rothen Blutkörperchen ausser Zweifel gesetzt worden ist. Die Bedeutung dieser Befunde wird aber gewöhnlich durch folgende Betrachtungen entkräftet: enthält nämlich das Serum, resp. das Plasma, Alkalien mehr als genug zur Deckung des ganzen Vorrathes des Blutes an CO_2, besonders wenn man sich die letztere in Form von Natriumbicarbonat gebunden denkt [Sertoli[3])]; und erleidet das Blut bei seiner Gerinnung zu starke Aenderungen in seiner Alkalescenz, um die an geronnenem Blute gewonnenen Erfahrungen auf das normale zu übertragen [Zuntz[4])].

Nicht mindere Unsicherheit herrscht in Bezug auf die Frage über den Zustand der CO_2 im Plasma. Ein wie grosser Theil der gesammten CO_2 hier im aufgelösten Zustande, wie viel in schwacher chemischer (diffusionsfähiger) Verbindung und wie viel in fest gebundenem Zustande sich befindet, sind lauter unentschiedene Fragen. Es existirt sogar die Meinung, dass das stark alkalisch reagirende Blutplasma gar keine CO_2 im aufgelösten Zustande enthalten kann.

Von den Stoffen des Serums, welche CO_2 chemisch zu binden im Stande sind, nennt man mit Sicherheit eigentlich nur zwei: CNa_2O_3 und PNa_2HO_4. Von dem letzteren sind unsere Kenntnisse in einer Beziehung positiv: die Menge dieses Salzes ist nach den Ana-

1) Verth. d. Kohlens. im Bl., Centralbl. f. d. med. Wissensch. 1867. № 34.

2) Ueb. die Kohlens. in d. Blutkörp., Arb. d. phys. Anst. zu Leipz. 1868.

3) Ueb. die Bind. d. Kohlens. . . ., Med.-chem. Unt. von Hoppe-Seyler III H. 1868.

4) l. c.

lysen von Sertoli[1]) und Mroczkowski[2]) im Serum einiger Pflanzenfresser und des Hundes so gering, dass es so gut wie gar keine Rolle in der Bindung von CO_2 spielen kann. Bezüglich des anderen Salzes sind aber unsere Kenntnisse höchst ungenügend. Die Menge von CNa_2O_3 im Serum pflegt man bis jetzt aus dem unauspumpbaren Rest der CO_2 in dieser Flüssigkeit abzuleiten und zwar werden von einigen die niedrigeren Zahlen als die sichereren betrachtet; dem widersprechen aber die Erfahrungen von Sertoli, nach welchem im Serum solche Stoffe vorhanden sein müssen, welche CNa_2O_3 im Vacuo zu zersetzen im Stande sind. Man ist weiter geneigt zu denken, dass CNa_2O_3 im Plasma nicht als solches, sondern in Form von Natriumbicarbonat enthalten sein müsse; diese Annahme ist aber sehr schwer mit den Ergebnissen der Serumaschenanalysen zu vereinigen. So enthielten nach Sertoli auf Grund einer solchen Analyse 100 gr. Rinderblutserum 0,1165 gr. überschüssiges Na_2O. Wäre diese ganze Menge an CO_2 in Form von $CNaHO_3$ gebunden, so müssten 100 gr. (also weniger als 100 Ccm.) Serum 84 Ccm. CO_2 auf 0° und 760 Mm. reduc., oder 63,8 Ccm. auf 0° und 1 M. reduc. enthalten — eine Menge, welche alle bis jetzt im Serum verschiedener Thiere gefundenen Werthe für CO_2 bei weitem übertrifft.

Noch complicirter gestalten sich die Verhältnisse, so wie man die relativ hohe Diffusibilität der Serumkohlensäure in Betracht zieht: weder $CNaHO_3$ noch das sogenannte Fernet'sche Salz sind im Stande dieselbe zu erklären — ersteres nicht, weil die beweglichere Hälfte seiner Kohlensäure weniger diffusibel ist, als der entsprechende Theil der Serumkohlensäure; letzteres nicht, weil es in zu geringen Mengen enthalten ist.

Dieser Umstand im Verein mit der Unverträglichkeit zwischen dem Na_2O- und CO_2-Gehalt des Serums hat bekanntlich Sertoli bewogen, die Aufklärung der Widersprüche in den saueren Eigenschaften der Eiweissstoffe zu suchen; und es gelang ihm in der That, die zersetzende Einwirkung des Globolins aus den Krystalllinsen auf CNa_2O_3 sehr scharf zu beweisen. Leider waren seine Versuche mit den Eiweissstoffen des Serums bei weitem nicht so überzeugend, so dass seine sinnreiche und höchst fruchtbare Idee nur in Form einer Hypothese blieb.

In einer noch schlimmeren Lage befindet sich endlich die Frage über die Rolle der Blutkörperchen in dem normalen respiratorischen CO_2-Austausch. Den besten und kürzesten Beweis hierfür liefern die Lehrbücher der Physiologie, indem in denselben diese Rolle weder negirt noch behauptet wird.

2. Die vorliegende Untersuchung hat zum Zweck, die meisten der in dieser kurzen Skizze angedeuteten Lücken auszufüllen.

Zunächst suche ich mittelst Absorptionsversuche am Serum verschiedener Thiere das allgemeine Verhalten dieser Flüssigkeit gegen CO_2 festzustellen. Hierauf nehme ich alle bekannten Stoffe des Serums nach einander, welche an der chemischen Bindung von CO_2 theilnehmen können, und suche aus ihrem Verhalten gegen dieselbe den früher gefundenen absorptio-

1) l. c.

2) Centralbl. f. d. med. Wissensch. 1878. № 20.

metrischen Charakter des Serums zu reconstruiren. Diese Data nebst nöthiger Vorversuche bilden den ersten Theil meiner Abhandlung. Der 2te Theil derselben ist dem Studium des Verhaltens der Blutkörperchen gegen CO_2 gewidmet. Am Schlusse desselben behandle ich endlich die Frage, inwiefern die an den Bestandtheilen des defibrinirten Blutes gesammelten Erfahrungen auf das normale Blut übertragen werden dürfen; inwieweit mit anderen Worten das Verhalten der beiden Hauptbestandtheile des Blutes gegen CO_2 durch die bei seiner Gerinnung stattfindenden Umsetzungen modificirt wird.

Die absorptiometrische Methode, deren ich mich bei diesen Versuchen bediente, blieb in allen ihren Einzelheiten dieselbe, welche in meiner früheren Abhandlung «Ueber die Abs. d. Kohlens. durch Salzlösungen» [1]) ausführlich beschrieben worden ist.

I.

Versuche am Serum.

3. Bekanntlich hat das Serum die Eigenschaft nur einen Theil seiner CO_2 dem Vacuum abzugeben, und zwar einen desto grösseren je stärker unter gleichen Bedingungen die Flüssigkeit ausgepumpt wird. Dieser für meine Versuche beim ersten Anblick höchst bedenkliche Umstand erwies sich glücklicherweise bei weitem nicht so schädlich, wie ich es mir anfangs dachte; andererseits liess er sich mittelst sehr einfacher Kunstgriffe und Anpassungen leicht umgehen oder sogar beseitigen. Es hat sich nämlich im Laufe der Untersuchung herausgestellt, dass, soweit die Absorptionsversuche die Feststellung des absorptiometrischen Charakters des Serums zum Zweck haben, es für die Sache gleich ist, ob man mit einem vollständig oder unvollständig ausgepumpten Serum arbeitet: in beiden Fällen behält die CO_2-Absorption ihren eigenthümlichen Charakter unverändert, weil letzterer durch jenen beweglicheren Theil der chemisch gebundenen CO_2 bedingt ist, welcher aus dem Serum auch bei dem unvollständigen Auspumpen desselben entweicht. In allen solchen Fällen hatte ich demnach nur um ein möglichst vollständiges Auspumpen des Serums zu sorgen; und dieses war leicht zu erreichen, da ich mich zum Zwecke der Entgasung der Flüssigkeiten einer gewöhnlichen *unaufhörlich arbeitenden* Luftpumpe bediente und dem mit Trockenraum versehenen Vacuum sehr grosse Dimensionen gab (über 3 Lit. Inhalt).

Da wo es sich um vergleichende absorptiometrische Bestimmungen handelte, wurden die zu denselben bestimmten Portionen Serum auf einmal ausgepumpt. Die paarigen Versuche 2, 3, 4 und 5 der nächstfolgenden Tab. I zeugen dafür, dass man auf diesem Wege vollkommen gleiche Absorptionsgrössen in je zwei Portionen eines und desselben Serums erhält.

---

1) Mém. de l'Acd. des sc. de St.-Petersb. T. XXII, № 6.

Für diejenigen Fälle endlich, wo es sich um die quantitative Seite der Absorptionserscheinungen handelte, wo das Serum unbedingt vollständig ausgepumpt werden musste, wurde folgende Anpassung getroffen. Die aus dem Serum bei dem Auspumpen entweichenden Gase leitete ich durch 2 Wulff'sche Flaschen (jede von ungefähr 1,5 Lit. Inhalt), von denen die erste (dem Serumgefäss nähere) in's Eiswasser getauchte als Kühlgefäss wirkte, während die zweite (der Luftpumpe nähere) mit Schwefelsäure gefüllte als Exsiccator und zugleich als Anzeiger der sich entwickelnden Gase diente. Letztere mussten nämlich die Schwefelsäureschicht durchsetzen und da sie bei einem luftdichten Verschluss aller Theile der Gasleitung nur aus dem Serum stammen konnten, so hatte man in dem Aufhören der Blasenentwickelung im SH_2O_4-Gefässe ein Zeichen, dass die Flüssigkeit vollständig entgast ist.

Da es mir ferner unmöglich war mehr als einen einzigen Absorptionsversuch am Tage anzustellen, so war ich genöthigt zu prüfen, wie lange und in welchem Grade das Absorptionsvermögen des Serums beim Stehen des letzteren im Eis unverändert bleibt. Die hierauf bezüglichen Beobachtungen von Å. Schmidt[1]) uud Zuntz[2]) waren für meine Zwecke offenbar ungenügend, da es bei meinen Versuchen nicht nur um die quantitativen Verhältnisse der chemisch gebundenen und der aufgelösten CO_2, sondern auch um den allgemeinen Charakter der Absorption sich handelt. Als Beispiele mögen die in der Tab. I zusammengestellten Bestimmungen am Hundeserum verschiedener Frische gelten.

In dieser Tabelle bedeutet V das Volumen der Flüssigkeit; t die Temperatur; p den Druck in Mm. Quecksilb.; A die totalen Absorptionsgrössen; VX die totalen chemischen Bindungsgrössen. Letztere sind in allen Versuchen mittelst eines und desselben Lösungscoëfficienten ausgerechnet. V, A und VX sind in Ccm. angegeben.

Tab. I.

№	V	t	p	A	VX	Bes. Bemerk.
1	45,21	15,2° C.	622,78	37,148	9,13	Gerinnung im Eis. 36 Stunden nach dem Aderlass unters.
			724,71	41,772	9,16	
			876,73	48,652	9,20	
2	45,62	15,2° C.	398,26	26,619	8,7	Gerinn. im Eis. 5 Tage nach d. Aderlass.
			437,35	28,594	8,9	
			467,78	30,068	9,0	
			649,79	38,099	8,9	Dasselbe Serum 24 St. später.
			811,37	45,510	9,0	

1) l. c.

2) Beitr. z. Phys. d. Blutes, Inaug. Dissert. Bonn 1868.

№	*V*	*t*	*p*	*A*	*VX*	Bes. Bemerk.
3	45,21	15,2° C.	204,04	16,418	7,24	10 Tage im Eis nach dem Aderl.
			222,24	17,210	7,21	
			246,67	18,468	7,37	
			633,62	35,946	7,43	Dasselbe Serum 24 St. später.
			733,61	40,429	7,42	
			863,03	46,342	7,51	
4	45,21	15,2° C.	80,97	9,693	6,0	5 Tage im Eis nach d. Aderl.
			82,00	9,718	6,0	Dasselbe Ser. 24 St. später.
5	45,21	15,2° C.	634,55	33,245	4,55	1 Vol. frisch. Serum + 1 Vol. Wasser.
			727,72	37,509	4,61	
			846,81	42,929	4,65	
			635,09	32,894	4,18	Dasselbe Gemisch 24 St. später.
			726,75	37,286	4,43	
			844,36	42,580	4,41	

Man ersieht aus den Zahlen dieser Tabelle, dass das Absorptionsvermögen des sich einmal gebildeten Serums erst nach Ablauf von 5 Tagen zu sinken beginnt, wenn die Flüssigkeit im Eis steht. Auch das Verhalten der chemischen Bindungsgrössen gegen die Schwankungen des Druckes bleibt während dieser Frist unverändert, wie wir es später sehen werden. Auf Grund dieser Versuche wurden alle unter einander zu vergleichenden Bestimmungen an 2 — höchstens an 3 nach einander folgenden Tagen angestellt.

4. Eine weitere Fehlerquelle ist durch die Beimischung der Blutkörperchen zu dem Serum gegeben. Um ihre Grösse zu bestimmen, verglich ich die Absorptionsgrössen [sowohl die totalen als die chemischen] zweier Portionen eines und desselben Hundeserums unter einander, von denen die erste die Blutkörperchen nur spurweise enthielt, während zu der zweiten so viel Cruor zugesetzt war, dass die Flüssigkeit deutlich roth aussah. Der Erfolg ist aus den beigegebenen Zahlen ersichtlich.

№	*V*	*t*	*p*	*A*	*VX*	Bes. Bemerk.
1	45,21	15,2° C.	622,78	37,148	9,13	Reines Serum.
			724,71	41,772	9,16	
			876,73	48,652	9,20	
6	»	»	593,75	37,703	10,02	Dasselbe Serum mit Cruor, 48 St. später unters.
			715,53	42,770	10,57	
			852,58	48,822	10,52	

Auf Grund dieser Zahlen lässt sich mit Bestimmtheit behaupten, dass die in Folge einer spurweisen Verunreinigung des Serums durch die Blutkörperchen entstehenden Fehler unmessbar klein sind.

Endlich habe ich noch die Lösungscoëfficienten des Serums sowohl in allen bis jetzt angeführten als in den weiter anzuführenden Versuchen mit einigen Worten zu berühren.

Diese aus den totalen Absorptionsgrössen auf die bekannte Weise ausgerechneten und in der später anzuführenden Tab. II sub Y angeführten Grössen erwiesen sich für alle von mir untersuchten Serumarten einander gleich und den Lösungscoëfficienten des Wassers für die entsprechenden Temperaturen sehr nahe liegend. — Für $t = 15{,}2°$ C. beträgt ihr durchschnittlicher Werth 0,99, während der Lösungscoëfficient des Wassers für diese Temperatur nach meinen früheren Versuchen 1,01 beträgt. Directe Bestimmungen dieser Grösse am angesäuerten Serum wurden natürlich nicht versäumt, haben jedoch ergeben, dass man auf diesem Wege zu keinen sicheren Resultaten gelangen kann, weil das Ansäuern des Serums [ich habe dazu ausschliesslich SH_2O_4 benutzt], sogar mit einem nachherigen Auspumpen desselben verbunden, die chemische Bindung von CO_2 nur dann vernichtet, wenn die Säure in starkem Ueberschusse zugesetzt wird. In einem solchen Versuche, wo der Lösungscoëfficient wegen des zu grossen Ueberschusses von SH_2O_4 etwas zu klein ausfallen sollte[1]), erhielt ich ihn übrigens für 15,2° C. = 0,976, d. h. dem durchschnittlichen Werth der aus den totalen Absorptionsgrössen ausgerechneten Coëfficienten ziemlich nahe stehend. Aus diesem Grunde habe ich im Allgemeinen als Lösungscoëfficient des Serums denjenigen des Wassers für die entsprechende Temperatur, multiplicirt mit 0,99 angenommen. Sämmtliche VX in den Tab. I und II sind mittelst solcher Coëfficienten ausgerechnet. Da aber die letzten 6 Versuche in der Tab. II bei 37°—37,5° C. angestellt worden sind, so war ich genöthigt, den dieser Temperatur entsprechenden Lösungscoëfficienten der CO_2 im Wasser zu bestimmen. Es existiren zwar indirecte Bestimmungen dieser Grösse von Zuntz[2]), sie beziehen sich aber auf eine zu hohe Temperatur (39° und 39,2° C.). Zwei derartige Versuche führe ich an.

№	V	t	p	A	$A_1 \times \frac{P_2}{P_1}$	Lösungcoëff.
7	50,179	37°—37,5° C.	432,55	12,354		0,569
			570,68	16,423	16,299	0,573
8	50,179	»	369,85	10,569		0,569
			474,95	13,511	13,572	0,569

Indem ich nun zu den Versuchen übergehe, welche das Verhalten des Serums zu CO_2 aufzuklären bestimmt sind, will ich erst die allgemeinen Gesichtspunkte auseinandersetzen, von denen aus die Ergebnisse dieser Versuche zu beurtheilen sind.

5. Das Studium der Absorptionserscheinungen von CO_2 durch verschiedene chemisch bindende Salzlösungen[3]) hat mich zur Aufstellung zweier in absorptiometrischer Beziehung

1) Weil die Sulfate in Lösungen nach meinen Versuchen mit Salzen einen niedrigeren Lösungscoëfficienten besitzen als die Chloriden.

2) Inaug. Diss. p. 33.

3) Ueb. d. Abs. d. CO_2 durch Salzlösungen, Mém. de l'Acad. des sc. de St.-Pétersb. T. XXII, № 6.

sehr von einander abweichenden Typen von CO_2-Bindung geführt. Dem ersten von ihnen entsprechen die Fälle, wo den chemischen Affinitäten des Salzes zu CO_2 nichts im Wege steht und wo demnach die chemischen Bindungsgrössen der CO_2 sich nach den Mengen des Salzes im Sinne einer vollständigen Sättigung seiner Affinitäten richten. Zu dem zweiten gehören hingegen alle Fälle, wo CO_2 durch Lösungen von Salzen mit schwachen Säuren im Sinne Berthelot's absorbirt wird. Als Beispiel der Bindung ersterer Art kann die Absorption von CO_2 durch CNa_2O_3-Lösungen dienen, während die zweite Bindungsweise durch die Reaction der CO_2 mit $C_2NaH_3O_2$-Lösungen sehr charakteristisch angezeigt wird. In dem ersten von diesen Beispielen sind die Affinitäten des Salzes zu CO_2 so stark ausgesprochen, dass die den Erfordernissen der Bicarbonatbildung entsprechenden Erfolge der CO_2-Absorption so gut wie unabhängig von der Concentration der Flüssigkeit und von den Schwankungen des Druckes und der Temperatur des Gases sich erweisen; während im zweiten Beispiele die Verhältnisse eine ganz andere Gestalt haben. Hier besteht die Reaction in einer Zersetzung des Salzes sowohl durch das Wasser als durch CO_2 und zwar muss sie mit einem Freiwerden der Säure verbunden sein, welche mit CO_2 rivalisirt. Es liegen hier mit anderen Worten die Affinitäten der Base zu CO_2 nicht frei und es müssen von Seite der freigewordenen $C_2H_4O_2$ der Bindung von CO_2 Widerstände entgegengesetzt werden, und zwar desto grössere, je mehr freie $C_2H_4O_2$ die Lösung enthält. Aus diesem Grunde kann erstens dem Salze durch CO_2 nur ein unbedeutender Theil seiner Base entzogen werden und zweitens die Bindung der CO_2 bei weitem nicht so energisch wie im ersten Beispiele vor sich gehen. Absorptiometrisch charakterisirt sich dieser Fall durch die Abhängigkeit der chemischen Bindungsgrössen sowohl von der Concentration der Salzlösung als von dem Drucke des Gases[1]). Mit der Abnahme der Concentration nimmt die chemische Bindung an absoluter Grösse ab, jedoch nicht so rasch wie die erstere, so dass relativ zu den Salzmengen in Lösung die chemischen Bindungsgrössen nicht ab-, sondern zunehmen. Mit der Abnahme des Druckes nehmen die chemischen Absorptionsgrössen ebenfalls ab. Ersteres erklärt sich durch die von Berthelot bewiesene zersetzende Einwirkung des Wassers auf Salze mit schwachen Säuren; letzteres durch die gleichzeitig stattfindende zersetzende Einwirkung

1) Um die Abhängigkeit der chemischen Absorptionsgrössen von dem Druck an Lösungen von $C_2NaH_3O_2$ recht deutlich zu sehen, muss man die numerischen Werthe von XY in meinen Versuchen mit diesem Salze (l. c. p. 37 Tab. VII) mittelst eines und desselben Lösungscoëfficienten ausrechnen. Bei $Y = 1{,}01$ erhält man alsdann:

№	Concentr. auf 100 Ccm.	Druck.	Chem. Bind.
50	25,6 gr.	444,04	38,62
		547,97	41,67
51	$\frac{25,6}{4}$ gr.	559,46	14,59
		630,08	15,60
		725,35	15,83
		803,64	16,47
52	$\frac{25,6}{9}$ gr.	604,52	9,88
		704,15	10,32
		849,79	11,27
53	$\frac{25,6}{16}$ gr.	628,85	7,77
		734,99	8,39
		842,31	8,68
54	$\frac{25,6}{25}$ gr.	640,50	6,39
		711,82	6,73
		839,10	7,04

der Kohlensäure[1]). — Je mehr Wasser auf das Salz einwirkt, desto mehr Base wird in Freiheit gesetzt; je stärker der Druck ist, unter welchem die Absorption geschieht, desto concentrirter wird die zersetzende CO_2 sein.

Nicht minder charakteristisch gestalten sich in diesem Falle die aus den totalen Absorptionsgrössen sich ergebenden Lösungscoëfficienten: erstens fallen sie beständig höher als die Lösungscoëfficienten des Wasser für die entsprechenden Temperaturen aus — ein Zeichen, dass in denselben ein Theil der beweglich gebundenen CO_2 mitenthalten ist; zweitens nehmen sie mit der Concentration der Lösung an Grösse zu. Letzteres kommt daher, weil unter übrigen gleichen Bedingungen in einer durch H_2O und CO_2 zersetzten Salzlösung die *absolute* Menge der in Freiheit gesetzten Säure desto grösser ist, je concentrirter die Lösung.

Dasselbe Studium hat mir weiter gezeigt, dass PNa_2HO_4 in absorptiometrischer Beziehung gerade in der Mitte zwischen beiden Extremen steht, indem es in schwachen Lösungen total, und zwar mit Bildung von $PNaH_2O_4$ und $CNaHO_3$[2]), in stärkeren nur theilweise zersetzt wird. Im letzteren Falle wirkt die Ansammlung von saurem Phosphat nach Art der Anhäufung freier Säure der weiteren Bildung von $CNaHO_3$ entgegen und treibt zu gleicher Zeit die Lösungscoëfficienten in die Höhe.

Die soeben beschriebenen Verhältnisse müssen bei der Frage über die Absorption der CO_2 sowohl durch das Serum als durch die Blutkörperchen offenbar in erster Linie berücksichtigt werden, da die CO_2-bindenden Stoffe des Blutes seines bekannten Alkaligehaltes wegen doch am ehesten als salzartige Verbindungen zu betrachten sind, und als solche die Kohlensäure entweder nach der einen oder nach der anderen Art binden müssen.

6. Jetzt lasse ich die Absorptionsversuche am Serum folgen. In denjenigen von ihnen, welche das Verhältniss zwischen der Akalescenz der Flüssigkeit und deren chemischen Bindungsgrössen anzugeben bestimmt sind, wurde das Serum vollständig entgast und in diesem Zustande mit SH_2O_4 titrirt. Die Alkalescenz ist in Grm. CNa_2O_3 auf 100 Ccm. Serum angegeben. Die erwarteten chemischen Bindungsgrössen sind ebenfalls auf 100 Ccm. Serum berechnet und zwar in der Voraussetzung, als geschähe die Absorption im Sinne der Umwandlung von CNa_2O_3 in $CNaHO_3$. Hinsichtlich des Vers. 16 habe ich zu bemerken, dass in demselben das Serum mittelst Gefrierens und theilweisen Aufthauens concentrirt war. In Bezug auf die paarigen Versuche 25—29 muss endlich bemerkt werden, dass in jedem einzelnen dieser Versuche beide Bestimmungen an einem und demselben Serum angestellt waren, und

---

1) Man könnte allerdings glauben, dass die Kohlensäure hierbei nur eine passive Rolle spielt, dass sie sich mit anderen Worten nur des Alkali bemächtigt, welches durch das Wasser abgespalten ist; dann würde aber die Abhängigkeit der chemischen Bindungsgrössen von dem Drucke sehr schwer zu erklären sein.

2) Seit den calorimetrischen Untersuchungen von Berthelot und Louguinine an den Phosphaten [Ann. de Ch. et de Ph., 5me Série T. IX pp. 23—43] wird, glaube ich, Niemand mehr daran zweifeln, dass die Fernet'sche Reaction in dem angegebenen Sinne interpretirt werden muss.

zwar wurden überall nach geschehener Absorption bei 37°—37,5° C. alle Theile des Absorptiometers auf 17° C. abgekühlt und die zweite Absorption sogleich vorgenommen.

Sämmtliche V (Vol. d. Flüss.), A (totale Absorptionsgrössen) und VX (totale chem. Bindungsgrössen) sind in Ccm. angegeben. In allen bei $t = 15{,}2°$ C. angestellten Versuchen diente zur Ausrechnung der Werthe von VX der Lösungscoëfficient = 0,99; in allen übrigen derjenige des Wassers für die entsprechende Temperatur, multiplicirt mit 0,99. Unter Y sind in allen 3-gliedrigen Versuchen die aus den totalen Absorptionsgrössen ausgerechneten Lösungscoëfficienten zu verstehen.

Tab. II.

Verschiedene Stärke des Auspumpens und Alkalescenz.

№	Alkal.	V	t	p	A	Y	VX	Chem. Bind. auf 100 Ccm. Ser.	Bes. Bemerk.
9	0,173	45,65	15,2°C.	598,28 679,57 830,48	38,848 42,524 49,441	0,99 1,004	11,8 11,8 11,8	Erw.: 27,8 Ccm. Erh.: 25,84 »	Kalbser., unvollst. ausgep.
10	0,190	50,179	15,2°C.	507,16 682,70	40,848 49,604	0,99	15,65 15,69	Erw.: 30,47 » Erh.: 31,3 »	Kalbserum vollst. ausgep.
11	0,177	53,05	16,6°C.	574,60 657,36 799,28 69,34	40,912 44,383 52,808 10,521	0,789 1,11 0,96	11,25 11,33 11,41 7,0	Erw.: 28,4 » Erh.: 20,4 » Erh.: 13,2 »	Pferdeserum, unvollst. ausgep.
12		50,179	15,2°C.	519,76 734,50 39,92	41,217 51,842 12,827	0,98 0,99	15,39 15,35 10,84	30,7 » 21,6 »	Pferdeser., vollst. ausgep.
1		45,21	15,2°C.	622,78 724,71 876,73	37,148 41,772 48,652	0,99 0,99	9,13 9,16 9,20	20,3 »	Hundeserum, unvollst. ausgep.
13	0,134	50,179	15,2°C.	506,42 684,95	37,011 46,086	1,01	11,85 12,06	Erw.: 21,5 » Erh.: 24,0 »	Vollst. ausg. Ser. eines mit Fleisch gefütt. Hundes.
					Einfluss der Concentration.				
14		45,62	15,2°C.	597,62 676,41 790,13	37,045 40,560 45,678	0,977 0,986	10,15 10,11 10,13	22,16 »	Pferdeserum.
			»	617,13 676,51 793,92	34,514(?) 35,637 40,991	0,414(?) 0,999	6,74(?) 5,19 5,27	11,5 »	Dasselbe Ser. mit H_2O Vol. auf Vol. verdünnt.

№	*V*	*t*	*p*	*A*	*Y*	*VX*	Chem. Bind. auf 100 Ccm. Ser.	Bes. Bemerk.
15	50,179	15,2° C.	17,21	7,730	0,99	6,87	13,7 Ccm.	Kalbserum.
		»	22,94	6,131	1,01	4,97	9,9 »	1 Vol. desselb. Ser. + 1 Vol. H_2O.
16	41,93	15,2° C.	533,15 621,91 777,03	40,334 44,011 50,471	0,989 0,99	18,15 18,14 18,15	43,2 »	Mittelst Gefrier. concentr. Pferdeserum.
			Einfluss des Druckes.					
17	53,05	15,2° C.	345,18 372,11 417,99	33,030 34,643 36,983	1,12 0,96	14,91 15,11 15,04	28,4 »	Kalbserum.
18	»	»	564,41 641,42 791,83	44,688 48,879 56,951	1,02 1,00	15,06 15,21 15,38	28,9 »	Dasselbe Ser. 24 St. später.
19	45,21	15,2° C.	574,82 680,55 814,70	35,863 40,884 46,809	1,05 0,977	10,00 10,26 10,15	22,47 »	Hundeserum.
20	»	»	230,44	17,955	0,99	7,91	17,5 »	Dasselbe Ser. 24 St. später.
21	53,05	15,2° C.	576,24 680,66 818,81	42,574 48,509 55,846	1,06 0,99	12,32 12,78 12,86	24,1 »	Kalbserum.
22	»	»	32,76	10,934	0,99	9,21	17,3 »	Dasselbe Ser. 24 St. später.
1	45,21	15,2° C.	622,78 724,71 876,73	37,148 41,772 48,652	0,99 0,99	9,13 9,16 9,20	20,3 »	Hundeserum.
23	»	»	24,59	6,086	0,99	4,98	11,0 »	Dasselbe Ser. 24 St. später.
24	»	»	41,65	8,638	»	6,76	14,9 »	Dasselbe Ser. 72 St. später.
			Einfluss der Temperatur.					
25	50,179	37°—37,5°C. 17° C.	98,32 73,91	8,542 10,012	0,56 0,95	5,8 6,5	11 Ccm. 13 »	Hundeserum 6 Tage im Eis. Vollst. ausgep.
26	50,179	37°—37,5°C. 17° C.	123,37 94,10	10,920 12,880	0,56 0,95	7,4 8,4	14 » 16 »	Frisches Hundeserum. Vollständig ausgep.
27	50,179	37°—37,5°C. 17° C.	86,06 59,47	10,134 11,738	0,56 0,95	7,7 8,9	15 » 17 »	Frisches Hundeserum. Vollständig ausgep.
28	50,179	37°—37,5°C. 17° C.	59,26 44,14	8,719 9,585	0,56 0,95	7,0 7,7	14,0 » 14,5 »	Frisches Hundeserum. Vollständig ausgep.
29	»	37°—37,5°C.	55,14	8,684	0,56	7,0	14 »	Dasselbe Ser. 24 St. später.
30	»	42° C.	54,03	6,636				

7. Die aus den Versuchen dieser Tabelle sich ergebenden Schlüsse lassen sich in folgenden Sätzen ausdrücken:

a) *der absorptiometrische Charakter des Serums hängt nicht davon ab, ob die Flüssigkeit vollständig oder unvollständig ausgepumpt war;*

b) *alle 3 Serumarten binden die Kohlensäure in variablen Mengen, abhängig vom Druck und der Temperatur, und zwar ist die Abhängigkeit vom ersteren desto stärker ausgesprochen, je niedriger die CO_2-Spannung ist, bei welcher die Absorption geschieht;*

c) *schon bei mittleren Druckhöhen erreichen die chemischen Bindungsgrössen beinahe ihren maximalen Werth, indem sie von nun an ziemlich constant bleiben;*

d) *dasselbe äussert sich in den Effecten der Verdünnung des Serums mit Wasser: da, wo die chemischen Bindungsgrössen ihren maximalen Werth nicht erreicht haben, wird die chemische Absorption von CO_2 durch Wasserzusätze begünstigt (Versuche 14 und 15); da wo diese Gränze erreicht ist, übt Verdünnung des Serums mit Wasser keinen Einfluss aus — die relative Stärke der CO_2-Bindung bleibt alsdann dem Verdünnungsgrade proportional.*

e) *Das Serum bindet die CO_2 offenbar vermöge seiner Alkalien, und zwar annähernd im Verhältnisse von 1 CO_2 auf 1 Akali bei maximaler Absorption.*

Weitere nicht minder wichtige Schlüsse lassen sich durch die Zusammenstellung der Absorptionserscheinungen am Serum mit denjenigen an CNa_2O_3- und PNa_2HO_4-Lösungen meiner früheren Versuche mit Salzen erhalten. Zur besseren Uebersicht der Verhältnisse erlaube ich mir einige von den letzteren mit Hinzufügung neuer Versuche (№№ 31—35) hier anzuführen.

№	Alkaligeh. in %	Erwart. chem. Bind.	*V*	*t*	*p*	*A*	*Y*	*VX*
				CNa_2O_3-Lösungen.				
a	0,141 gr.	10,26 Ccm.	45,62	15,2°C.	129,54 138,44	16,151 16,482	1,01	10,18 Ccm. 10,10 »
b	»	»	»	»	356,48 407,50 427,50	26,497 28,999 29,969	»	10,07 » 10,22 » 10,30 »
c	»	»	»	»	497,05 553,90 608,91	30,907 35,593 38,285	»	8,0 » 10,07 » 10,23 »
d	»	»	»	»	605,99 723,29 845,98	37,888 43,347 49,165	»	9,96 » 9,98 » 10,19 »

№	Alkaligeh. in %	Erwart. chem. Bind.	*V*	*t*	*p*	*A*	*Y*	*VX*
31			50,179	15,2°C.	73,66	13,128	1,01	9,39 »
32			»	»	466,54	32,881	»	9,24 »
					524,64	35,745		9,15 »
					607,67	40,122		9,33 »
33			50,179	»	540,06	41,015	1,01	13,64 »
					719,59	50,004		13,53 »
34			»	»	28,69	14,409	»	12,95 »
					PNa_2HO_4-Lösungen.			
e	0,785	17 Ccm.	45,62	15,2°C.	588,10	41,043	1,01	14,0 Ccm.
					670,19	44,937		14,05 »
					751,09	48,758		14,15 »
					833,18	52,820		14,43 »
f	»	»	»	»	317,66	27,959	»	13,33 »
					379,00	31,307		13,85 »
35			50,179	15,2°C.	515,31	37,576	1,01	12,49 »
					590,10	41,592		12,87 »
					719,15	48,057		13,05 »
				»	180,15	19,483	»	10,71 »

Die chemische Absorption der CO_2 durch CNa_2O_3-Lösungen entspricht bekanntlich der Umwandlung des neutralen Salzes in das saure und diese Reaction dauert, wie man sieht, bei 70 Mm. CO_2-Spannung noch ungestört fort; erst in der Nähe von 25 Mm. Spannung beginnt dieselbe zu sinken. Am Serum beobachtet man hingegen eine deutliche Abnahme der chemischen Bindungsgrösse schon bei einer Schwankung des Druckes von 574 Mm. auf 230 Mm. (Vers. 19 u. 20).

f) *Das Serum bindet somit die Kohlensäure bei weitem nicht so energisch wie* CNa_2O_3-*Lösungen.*

Stellt man andererseits die Versuche am Serum mit denjenigen am PNa_2HO_4 zusammen, so erweist sich die Aehnlichkeit zwischen ihnen so gross, als wären beide fast an einer und derselben Substanz angestellt. Folglich

g) *entspricht die Energie der* CO_2-*Bindung durch das Serum annähernd derjenigen einer schwachen* PNa_2HO_4-*Lösung.*

8. Von allen diesen Ergebnissen ist die Thatsache, dass das Serum die Kohlensäure abhängig vom Drucke bindet, unstreitig die wichtigste; auch ist sie diejenige, die am allerersten einer Erklärung bedarf.

Der Weg zu einer solchen Erklärung ist bekanntlich durch die sinnreiche Idee von Sertoli angebahnt, nach welcher die Eiweissstoffe des Serums und namentlich seine Globuline sich gegen die Alkalien nach Art schwacher Säuren verhalten müssen. Als solche würden sie nach ihm um die Base mit CO_2 verschiedener Spannung rivalisiren und zwar mit einem entgegengesetzten Erfolge: bei schwachen CO_2-Lösungen würden sie die Kohlensäure aus ihren Verbindungen mit Alkali austreiben, bei stärkeren umgekehrt.

In mehr allgemeiner Form auf unsere Absorptionserscheinungen übertragen, würde diese von Sertoli nur ausgesprochene keineswegs experimentell bewiesene Idee so lauten:

es müssen im Serum Stoffe vorhanden sein, welche das chemische Absorptionsvermögen der Serumalkalien bei niedrigen Spannungen von CO_2 *beeinträchtigen; und diese Stoffe müssen offenbar unter den organischen Bestandtheilen des Serums gesucht werden, da* CNa_2O_3 *die* CO_2 *unabhängig vom Drucke bindet und* PNa_2HO_4 *in zu geringen Mengen enthalten ist.*

Alles was weiter bis zum § 19 folgt, ist nichts als eine experimentelle Entwickelung dieser Idee.

Zunächst war es zu prüfen, ob das von den CNa_2O_3-Lösungen abweichende Verhalten des Serums zu CO_2 nicht etwa von dem colloidalen Charakter der Flüssigkeit abhängt, ob es mit anderen Worten nicht durch rein physikalische Momente bedingt ist. Wie unwahrscheinlich dieses auch war in Angesicht der Lösungsverhältnisse der CO_2 im Serum, die Sache musste dennoch geprüft werden, da wir bis jetzt keine Absorptionsversuche an den colloidalen Flüssigkeiten besitzen. Hierauf war zu entscheiden, ob die fragliche Erscheinung nicht etwa durch die Entstehung einer schwachen Säure während des Auspumpens des Serums vor der Absorption bedingt ist (Zuntz), da man bei dieser Operation genöthigt ist, das Serum manchmal über $^1/_2$ Stunde bei 35°—40° C. zu digeriren.

Erst nachdem diese zwei Möglichkeiten beseitigt waren, konnte man sicher sein, dass die die CO_2-Absorption bei niedrigen Spannungen beinträchtigenden Stoffe zu den normalen Bestandtheilen des Serums gehören und dass ihre Wirkung auf die Alkalien chemischer Natur sein muss.

Nun entstand die Frage, welche Stoffe des Serums auf diese Eigenschaft zu prüfen sind und in welcher Weise die Prüfung geschehen soll.

In erster Beziehung wich ich von der Idee Sertoli's insofern ab, als ich ausser Eiweissstoffe noch andere Bestandtheile des Serums auf ihr Verhalten gegen die Alkalien geprüft habe und zwar alle diejenigen, welche im Serum in grösseren Mengen vorkommen und mit Alkalien vermuthlich reagiren können.

Am meisten habe ich mich mit der Wahl des Alkali geplagt. Da der Zustand der Alkalien im ausgepumpten Serum eigentlich unbekannt ist, so hielt ich anfangs für unentbehrlich, alle die zu untersuchenden Bestandtheile des Serums sowohl mit Aetznatron als mit CNa_2O_3 zu mischen und Gemische beider Art absorptiometrisch zu prüfen. Nach vielen fruchtlosen

Versuchen sah ich jedoch ein, dass es zu riskant ist, Aetznatron für die Absorptionsversuche mit CO_2 anzuwenden, weil es zu gierig die Kohlensäure aus der Luft anzieht. Aus diesem Grunde sind alle weiter anzuführenden Versuche nur an den Gemischen der Serumbestandtheile mit CNa_2O_3 angestellt. Es entstand übrigens hieraus kein Nachtheil für die Versuche.

9. Um die Frage zu entscheiden, ob der colloidale Charakter des Serums irgend welchen Einfluss auf die Absorption von CO_2 ausübt, hatte ich ein Mittel zu finden, den colloidalen Charakter im Serum zu verstärken ohne die qualitative Zusammensetzung des letzteren zu ändern. Es gelang mir dieses mittelst des Gefrierens und theilweisen Aufthauens eines sehr reinen Pferdeserums zu erreichen, indem ich auf diese Weise eine sehr dicke zähe Flüssigkeit erhielt. Wäre nun unsere Voraussetzung richtig gewesen, so müsste in einem Absorptionsversuche mit solcher Flüssigkeit (№ 16 in der Tab. II) die Abhängigkeit der chemischen Bindungsgrössen von dem Drucke sogar bei mittleren Druckhöhen sich kundgeben; dieses ist aber, wie man sieht, nicht der Fall.

Gegen die Möglichkeit, die fragliche Erscheinung auf die Entstehung einer schwachen Säure bei dem Auspumpen zurückzuführen, sprechen alle in der Tab. II angeführten alkalimetrischen Bestimmungen am Serum [um so mehr, als man bekanntlich bei Titrirung des Serums etwas zu niedrige Werthe für seine Alkalescenz erhält], wenn man dieselben mit den Serumaschenanalysen zusammenstellt. Wird nämlich die Alkalescenz des Serums in den Vers. 9, 10, 11 u. 13 auf Na_2O bezogen, so erhält man in

	Pferdeserum	0,1035 gr. Na_2O
100 Ccm.	Kalbserum	0,1052 » »
	Hundeserum	0,0783 » »

Consultirt man andererseits die Aschenanalysen von Bunge[1]), so erweisen sich in

		K_2O	Na_2O	Cl	Ueberschüss. Na_2O[2])
	Pferdeserum	0,027 gr.	0,443 gr.	0,375 gr.; oder	0,1155 gr.
100 gr.	Rinderserum	0,025 »	0,435 »	0,3717 » ;	0,1105 »
	Hundeserum	0,0202 »	0,4341 »	0,3961 » ;	0,08814 »

Das von mir untersuchte Serum enthielt mit anderen Worten beinahe 0,9 der erforderlichen Alkalimenge. Wäre nun auch die ganze fehlende Quantität des Natrons (ungefähr 0,01 gr. auf 100 Ccm. Serum) an die Zuntz'sche Säure gebunden, so würde das Salz dennoch keinen Einfluss auf den absorptiometrischen Charakter der Flüssigkeit ausüben können.

10. Von den organischen Stoffen des Serums wurden von mir folgende untersucht: Fette, Lecithin, Farbstoffe (im Serum des Kalb- und Pferdeblutes), Paraglobulin und Serumeiweiss[3]). Diejenigen von ihnen, welche entweder im reinen Zustande, oder wenigstens in

1) Zeitschr. für Biol. XII.

2) Die Zahlen für das überschüssige Na_2O müssten sogar etwas kleiner ausfallen, weil ein Theil Na_2O als Sulfat aus der Rechnung kommen sollte.

3) Das Serum enthält allerdings noch andere Stoffe, welche möglicherweise an der uns beschäftigenden Erscheinung Theil nehmen (so z. B. die Milch-, Harn- und Hippursauren Salze), aber in so geringen Quantitäten,

Gemischen mit CNa_2O_3 sich im Wasser auflösen, wurden zur Prüfung ihres Verhaltens gegen CNa_2O_3 rein dargestellt. Die anderen dagegen, welche im isolirten Zustande weder im reinen noch CNa_2O_3-haltigen Wasser löslich sind, konnten offenbar nur in ihren natürlichen Verbindungen untersucht werden, und zwar nachdem aus dem Serum alle anderen mit CNa_2O_3 reagirenden Stoffe entfernt waren. Dem entsprechend war ich genöthigt, folgenden allgemeinen Weg einzuschlagen:

1) Zuerst wird das Serum durch die Dialyse von seinen Alkalien, — hierauf

2) das dialysirte Serum mittelst CO_2-Strom von einem Theile seiner Globuline befreit; hernach

3) wird die Flüssigkeit ausgepumpt, um CO_2 zu entfernen (der Grund hiervon siehe unten sub 4) und mit gewöhnlichem Aether mehrmals im Laufe von 24 Stunden extrahirt.

Das auf diese Weise von Fetten und Cholesterin befreite Serum kann zur Reindarstellung der Farbstoffe benutzt werden.

4) Letztere lassen sich, wie ich gefunden habe, am *zweckmässigsten* (siehe unten den § 14) durch Sättigung des Serums mit CO_2 und nachherige Behandlung desselben mit gewöhnlichem Aether extrahiren [wobei die Operation mehrmals zu wiederholen ist]; oder durch Sättigung des Serums mit $MgSO_4$ und nachherige Behandlung mit Aether.

5) Hierdurch erhält man, wenn die Operation zu Ende ist, nebst gefärbter aetherischer Lösung oben, eine Art Emulsion des Aethers mit Eiweissstoffen als mittlere Schicht, und ganz unten das Serumeiweiss in flüssiger Form.

Diese Reihe von Operationen lässt sich natürlich abkürzen, wenn es sich um die Reindarstellung dieses oder jenes von den genannten Stoffen handelt. So wird z. B. das Dialysiren des Serums unnöthig, wenn man Paraglobulin (mittelst CO_2 oder $MgSO_4$), Fette oder Pigmente im Einzelnen erhalten will. Nur für die Reindarstellung des Serumeiweisses ist die Dialyse unumgänglich nöthig; Fette und Pigmente können aber alsdann zu gleicher Zeit entfernt werden.

Die angeführte Reihe von Operationen lässt sich andererseits an jedem einzelnen der bezeichneten 5 Punkte abbrechen; man erhält alsdann der Reihe nach folgende Serumderivate:

1) Serum — Alkalien = Serumeiweiss + Globuline + Fette + Pigmente
2) Serum — Alkalien — Globuline = Serumeiweiss + Fette + Pigmente
3) Serum — Alkalien — Globuline — Fette = Serumeiweiss + Pigmente
4) Serum — Alkalien — Globuline — Fette — Pigmente = Serumeiweiss.

Combinirt man endlich das Studium verschiedener Serumderivate mit demjenigen einzelner Bestandtheile des Serums in Bezug auf ihr Verhalten gegen CNa_2O_3, so erhält man

---

dass ich mich vollkommen berechtigt fühlte, keine Versuche mit denselben anzustellen. Vom Harnstoff weiss ich aus Paar Probeversuchen, dass er sogar in ziemlich concentrirten Lösungen die CO_2 nach dem Dalton'schen Gesetze absorbirt.

die Möglichkeit, die Rolle auch derjenigen Stoffe in der chemischen Absorption von CO_2 zu beurtheilen, welche im isolirten Zustande wegen ihrer Unlöslichkeit sich als unwirksam erweisen.

Demnach zerfallen die nächstfolgenden Versuche in 2 Reihen: in der ersten werden einzelne Bestandtheile des Serums auf ihr Verhalten gegen CNa_2O_3 geprüft; in der zweiten das in verschiedenen Graden von seinen einzelnen Bestandtheilen befreite Serum.

11. Was die Versuchsformen an den Gemischen der Stoffe mit CNa_2O_3 anbelangt, so sind deren 3, entsprechend den nächstfolgenden drei Betrachtungen.

Eine Substanz wirkt auf CNa_2O_3 als schwache Säure [oder giebt durch ihre Reaction mit CNa_2O_3 Veranlassung zur Bildung eines Natronsalzes mit schwacher Säure, wie es mit Fetten und Lecithin der Fall ist], wenn sie mit demselben gemischt und im Vacuo ausgekocht die chemische Absorption von CO_2 abhängig vom Drucke macht. Die Säure ist desto schwächer, je niedriger die CO_2-Spannungen liegen, bei welchen die chemische Bindung von CO_2 gegen die Erfordernisse der Bicarbonatbildung zurückbleibt und umgekehrt.

Mit doppeltkohlensaurem Natron gemischt und im Vacuo ausgekocht, muss der fragliche schwach-saure Körper die Entweichung von CO_2 begünstigen. Deshalb müssen solche Gemische, nachdem sie ausgepumpt sind, unter übrigen gleichen Bedingungen, mehr CO_2 chemisch absorbiren als reine ebenso stark ausgepumpte $CNaHO_3$-Lösungen.

Eine Substanz wirkt als schwache Säure, wenn ihre Gemische mit CNa_2O_3 im Vacuo CO_2 entwickeln (die bekannte Pflüger'sche Reaction des Haemoglobins mit CNa_2O_3).

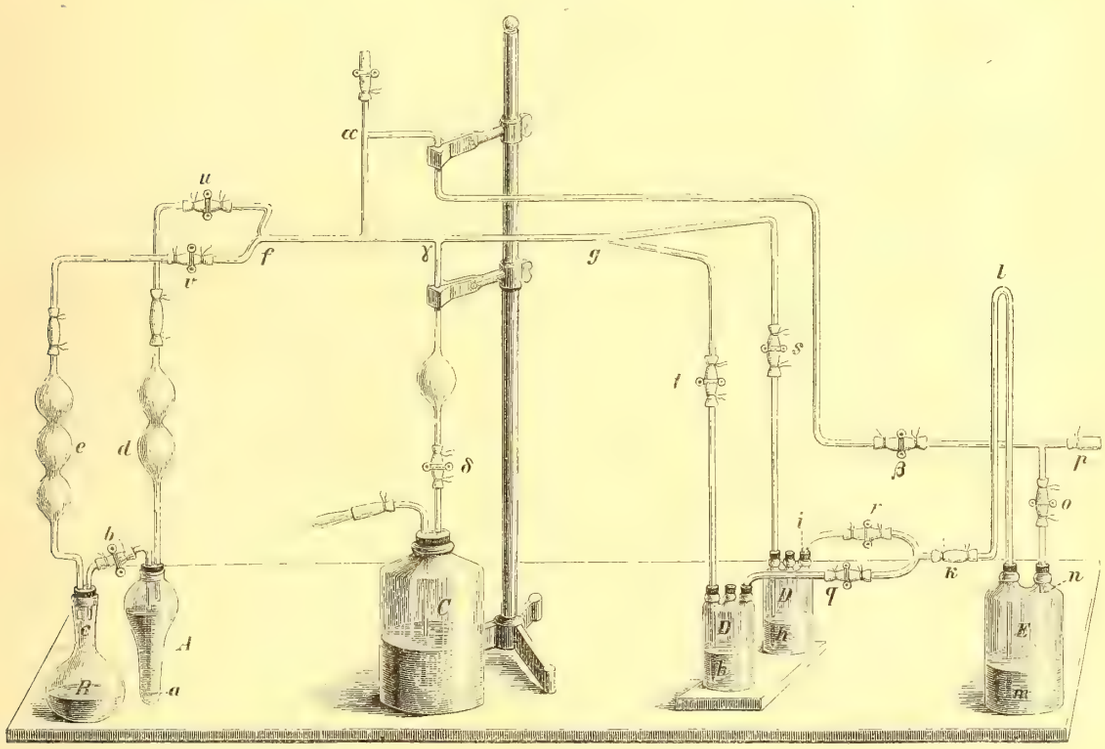
Bei der grossen Uebung, die ich in den Absorptionsversuchen erlangt habe, war für mich die erste Form die bequemlichere; auch halte ich sie für die empfindlichste von allen, weil man bei meiner absorptiometrischen Methode Schwankungen der chemischen Bindungsgrössen um Bruchtheile eines Cubiccentimeters noch mit Sicherheit beobachtet. Bei diesem Verfahren wird die zu untersuchende Substanz mit abgemessenen Mengen einer titrirten oder absorptiometrisch geprüften CNa_2O_3-Lösung gemischt, und zwar in solchem Verhältnisse, dass der Procentgehalt des Natronsalzes in der Mischung kleiner wäre als derjenige im Serum. Ich glaube nämlich, dass es in Bezug auf die Wirkung schwach-saurer Körper nicht gleichgültig ist, ob man schwächere oder concentrirtere Lösungen von CNa_2O_3 anwendet, da die mit einem Freiwerden der CO_2 während des Auspumpens der Flüssigkeit (vor der Absorption) erfolgende Zersetzung von CNa_2O_3 durch den fraglichen sauren Körper gewiss desto schwerer zu Stande kommt, je alkalischer die Mischung reagirt, je stärker sie mit anderen Worten die abgespaltene CO_2 zurückhält. In den meisten Fällen ist eine einzige absorptiometrische Bestimmung bei niedriger CO_2-Spannung (25—75 Mm.) schon genügend, um die Frage zu entscheiden.

Das zweite Verfahren ist umständlicher, insofern man hier mit 2 Flüssigkeiten zu thun hat: mit CNa_2O_3-Lösung allein und seinem Gemische mit der zu prüfenden Substanz. Beide Flüssigkeiten müssen unter vollkommen gleichen Bedingungen erst mit CO_2 gesättigt [um CNa_2O_3 in $CNaHO_3$ umzuwandeln], hernach ausgepumpt werden. Die hierauf folgenden

Absorptionsversuche ist es zweckmässiger bei höheren als bei niedrigeren CO_2-Spannungen anzustellen, weil sie zum Zwecke haben, diejenigen CO_2-Mengen zu bestimmen, welche bei dem Auspumpen entwichen sind. Dieses Verfahrens bediente ich mich entweder nur als eines Bestätigungsmittels für die Ergebnisse des vorherigen, wenn die Schwankungen der chemischen Bindungsgrössen zu unbedeutend waren, oder in Fällen, wo der untersuchte Körper aus seinen Gemischen mit CNa_2O_3 bei der Absorption von CO_2 herausfällt.

Des dritten von Pflüger begründeten Verfahrens, den zu untersuchenden Körper mit CNa_2O_3 im Vacuo einer Blutpumpe auszukochen, konnte ich mich in der von ihm angegebenen Form nicht bedienen, weil unser Laboratorium keine starke Pumpe besitzt. Aus diesem Grunde war ich genöthigt, einen eigens für diesen Zweck eingerichteten Apparat zu construiren.

Fig. I.



Derselbe besteht (Fig. I) aus 2 mit Kautschukpfropfen luftdicht verschliessbaren Recipienten *A* (für CNa_2O_3-Lösung) und *B* (für die zu untersuchende Flüssigkeit), welche durch ein in *b* verschliessbares Heberrohr *abc* unter einander — und durch eine mit Kugeln versehene Röhrenleitung *defghh* mit 2 dreihalsigen Wulff'schen Flaschen *DD* communiciren. Die in die letzteren hineinragenden freien Enden *hh* der Röhrenleitung sind capillär zuge-

spitzt und tauchen in das die Gefässe *D D* füllende Barythwasser. Der weitere Weg aus den Wulff'schen Flaschen geht durch die Tabulatur *i k l m* in den Exsiccator *E* und von hier durch *n o p* zu der gewöhnlichen Luftpumpe. Ausser dieser Hauptleitung, welche in den Punkten *o*, *q*, *r*, *s*, *t*, *u*, *v* mittelst Klemmen unterbrochen werden kann, giebt es noch eine Nebenleitung zu der Pumpe von α über β nach *p*. Beide Wege können in *o* und β von einander abgesperrt werden und haben verschiedene Bestimmung: der Hauptweg dient zur Leitung der Gase aus den Recipienten *A* und *B* durch das Barythwasser; — die Nebenleitung zur Evacuation der Luft aus dem hinteren Theile des Apparates, wenn die Flaschen *D D* in *s* und *t* abgesperrt sind. Weiter communicirt die Hauptleitung in γ durch einen nach unten gerichteten mit einer Kugel (zur Ansammlung der Wasserdämpfe) versehenen und in δ abschliessbaren Fortsatz mit der Flasche *C*, welche mit Kalilösung gefüllt ist. Dieser Ansatz ist bestimmt, den ganzen Apparat in jedem beliebigen Augenblick mit CO_2-freier Luft zu füllen. Endlich habe ich noch der starken Ausbiegung nach oben des Leitungsrohres vor dem Exsiccator zu erwähnen. Dieselbe ist bestimmt das Barythwasser von den Rückstössen aus dem Exsiccator zu schützen, wenn das Auspumpen aus irgend welchem Grunde für einige Augenblicke ausgesetzt werden muss. Die Erhebung des mittleren Theiles der Hauptleitung über das Niveau des Barythwassers hat denselben Sinn in Bezug auf die Rückstösse aus den Barythflaschen. Die Reinigung der Röhrenleitung nach Beendigung des Versuches geschieht durch die obere Oeffnung des Fortsatzes α, welche während des Versuches natürlich verschlossen bleibt.

Dem Versuche geht die Füllung der Flaschen *D D* mit Barythlösung voran. Zu dem Ende wird der Hauptweg sowohl von der Nebenleitung (in β) als von den beiden Recipienten (in *u* und *v*) abgesperrt; die Wulff'schen Flaschen mit ausgekochtem noch heissem destillirtem Wasser gefüllt und das Auspumpen vorgenommen. Das Kochen des heissen Wassers im Laufe von einigen Minuten ist genügend. Hierauf wird der Apparat von *C* aus mit CO_2-freier Luft gefüllt; die ein- und ausführenden Röhren der beiden Wulff'schen Flaschen in *q*, *r*, *s*, *t* von den übrigen Theilen des Apparates abgesperrt und die Flaschen eine nach der andern für so viel Zeit geöffnet als es nöthig ist, um einige Barythkrystalle in dieselben zu werfen. Nun werden die mit schon vorher ausgekochten Flüssigkeiten gefüllten Recipienten in ihre durch die Zeichnung angezeigte Lage gebracht; die Nebenleitung eröffnet, der Hauptweg hingegen von der Pumpe (in *o*) abgesperrt und der ganze hintere Theil des Apparates von der darin enthaltenen athmosphärischen Luft evacuirt. Nach Beendigung dieser Operation, während welcher die beiden Flüssigkeiten einige Zeit kochen müssen, wird CO_2-freie Luft eingelassen; und nun beginnt der eigentliche Versuch.

Derselbe besteht darin, dass man zuerst die zu untersuchende Flüssigkeit allein kochen lässt und die sich aus ihr entwickelnden Gase durch die eine von den Barythflaschen leitet (die andere muss während dieser Zeit abgesperrt bleiben); hierauf einen Theil der $CNaO_3$-Lösung von *A* nach *B* überfliessen lässt und die beim Kochen der Mischung sich bildenden Gase durch die andere Flasche streichen lässt. Dauert das Kochen in beiden Fällen gleich

lang und wirkt der untersuchte Körper auf CNa_2O_3 zersetzend, so muss natürlich die Barythlösung in der zweiten Flasche sich mehr trüben, sonst bekommt man eher das Umgekehrte, weil die Mischung alkalischer reagirt. Während dieses Kochens leistet der Ansatz *C* ganz vorzügliche Dienste, indem durch das Einlassen der Luft erstens dem Vordringen des Schaumes jenseits von *f* vorgebeugt wird, zweitens das Innere des Apparates mit einem CO_2-freiem Gase ausgespült wird, weshalb auch die kleinsten Mengen von CO_2 dem Barythwasser nicht entgehen.

Bei der grossen Empfindlichkeit des Barythwassers gegen CO_2 ist es sehr schwer, die zu untersuchende Flüssigkeit absolut CO_2-frei zu machen, deshalb trübt sich die Barythlösung auch in der ersten Flasche. Andererseits mag die oben beschriebene Bereitung der Barythlösung noch so rasch und vorsichtig gehen, es gelingt selten die Flüssigkeit klar wie Wasser zu bekommen. Folglich gründet sich das Verfahren eigentlich darauf, ob sich die Unterschiede in dem Trübungsgrade zweier Flüssigkeiten fein genug wahrnehmen lassen. Als Antwort darauf mag ein Probeversuch am Pferdeblute mit CNa_2O_3-Lösung angeführt werden. Es wurden 30 Ccm. ausgepumptes Pferdeblut genommen und $^1/_4$ St. in dem Apparate mit 3 Mal wiederholtem Einlassen von Luft ausgekocht. Nach dem Zusatz von CNa_2O_3 wurde das Gemisch nur 4 Min. ausgekocht und die Luft nur einmal eingelassen; dennoch war die Trübung in der zweiten Flasche in solchem Grade überwiegend, dass ich den Versuch als beendet abbrechen konnte. Ueberhaupt bin ich der Meinung, dass wenn man durch solche Versuche den sauren Charakter eines Stoffes beweisen will, dieselben keineswegs stundenlang fortgesetzt werden müssen, weil die Chancen (möchte ich sagen) für die zersetzende Einwirkung eines wirklich sauren Stoffes auf CNa_2O_3 in den ersten Augenblicken grösser sind als in den nachfolgenden. Die träge stundenlang dauernde Entwickelung von CO_2 würde in solchen Fällen eher auf die Entstehung einer Säure im Gemische oder auf irgend welche verwickelte Reaction des Stoffes mit CNa_2O_3 als auf die Gegenwart einer präformirten Säure hindeuten.

12. *Versuche an Fetten und Lecithin.* Das Serum enthält stets geringe Mengen von Fetten, welche möglicherweise beim Auskochen des alkalischen Serums (vor der Absorption) sich in Seifen umwandeln. Lecithin könnte unter diesen Bedingungen ebenfalls mit CNa_2O_3 reagiren und glycerin-phosphorsaures Natron bilden. Sowohl das letztere als die Seifen können schon a priori als Salze mit schwachen Säuren betrachtet werden. Folglich waren beide Stoffe auf ihr Verhalten gegen CNa_2O_3 zu prüfen.

In den gleich anzuführenden Versuchen mit Fetten wurden stets 100 Ccm. Kalbserum (mit Aether) extrahirt, um die erhaltenen Schwankungen der chemischen Absorptionsgrössen mit den entsprechenden Schwankungen am Serum vergleichbar zu machen.

Mit Lecithin, welches aus den Dottern der Hühnereier dargestellt war, habe ich nur einen einzigen Versuch gemacht, und zwar nur des Systemes wegen, weil seine Mengen im Serum zu gering sind um eine Bedeutung bei der Absorption von CO_2 zu haben.

№	Name d. Subst.	V	t	p	A	y	VX auf 100 Ccm. Flüssigk.
36	CNa_2O_3-Lös. allein	50,179	15,2° C.	24,10	12,872	1,01	23,3 Ccm.
37	CNa_2O_3-Lös.+äth. Serumextr.	»	»	20,65	10,371	»	18,6 »
38	CNa_2O_3-Lös.+äth. Serumextr.	»	»	41,61	12,204	»	20,1 »
39	CNa_2O_3-Lös. allein	50,179	15,2°	122,14	12,956	1,01	13,5 Ccm.
40	0,092 gr. Leiithin+ CNa_2O_3-Lös.	»	»	56,14	10,678	1,01	15,6 »

Von den Bestimmungen mit Fetten ist besonders der Vers. 38 beweisend, insofern hier das Gemisch die CO_2 bei einem höheren Druck absorbirte als die entsprechende CNa_2O_3-Lösung allein (Vers. 36). Der Vers. 37 zeigt seinerseits, dass der Process der Seifenbildung bei der uns beschäftigenden Frage nicht zu verschmähen wäre, wenn derselbe bei dem Auspumpen des Serums stattfinden könnte. Dieses ist jedoch im höchsten Grade unwahrscheinlich, weil die Alkalien des Serums, wie wir später sehen werden, nicht frei sind.

13. *Versuche mit dem Paraglobulin.* Von den Eiweissstoffen des Serums ist Paraglobulin derjenige, den man am leichtesten in sehr reinem Zustande erhalten kann, namentlich wenn es aus einem dialysirten, hierauf von Fetten befreiten und endlich mit Wasser verdünnten Serum durch CO_2-Strom gewonnen wird. Sowohl in dieser als in weniger reiner Form — nämlich wenn er aus 12-fach verdünntem undialysirtem Serum mittelst CO_2 gewonnen wird — löst sich der Paraglobulinniederschlag nach dem Auspumpen der CO_2 in der ihm beigemengten Flüssigkeit auf und stellt alsdann eine opalescirende Lösung von deutlich alkalischer Reaction dar. Solche Lösungen verhalten sich wie reines Eiweiss, insofern sie in der Hitze nur nach dem Zusatz neutraler Salze coaguliren. Neutrales kohlensaures Natron macht jedoch hiervon eine Ausnahme, indem seine Gemische mit Paraglobulin auch nach dem Aufkochen flüssig bleiben. Es ist weiter zu beachten, dass wenn man Gemische der Paraglobulinlösungen mit CNa_2O_3 bei 35°—45° im Vacuo auskocht, dieselben bei der Absorption von CO_2 sogar unter niedrigen Spannungen des Gases sich stark trüben, während die bei 80°—100° C. ausgekochten dieses auch bei den stärkeren CO_2-Spannungen nicht mehr (oder in sehr unbedeutendem Grade) zeigen.

Es ist kaum nöthig zu sagen, dass von allen Körpern des Serums Paraglobulin derjenige war, der mich in Bezug auf seine sauren Eigenschaften am meisten interessiren musste; auch habe ich demselben am meisten Zeit und Mühe gewidmet.

Da die Paraglobulinlösungen gewöhnlich alkalisch reagiren, so war ich genöthigt, erst an denselben allein, ohne sie mit CNa_2O_3 zu mischen, Absorptionsversuche anzustellen. Einen solchen Versuch führe ich mit allen Details als Beispiel an.

Das Paraglobulin wurde aus 300 Ccm. eines 12-fach mit Wasser verdünnten höchst reinen Kalbserums gewonnen. Die Alkalescenz des Serums auf CNa_2O_3 bezogen betrug in

100 Ccm. 0,18 gr.; folglich enthielten 3900 Ccm. Mischung 0,54 gr. und 110 Ccm. derselben 0,015 gr. CNa_2O_3. Durch vorsichtiges Decantiren der Flüssigkeit, nachdem das Paraglobulin sich abgesetzt hat, gelang es den Niederschlag ohne Verlust zu sammeln. Sein Volumen sammt der ihm beigemengten Flüssigkeit betrug 110 Ccm. Nach dem Auspumpen löste er sich in eine opalescirende Flüssigkeit auf, deren Alkalescenz auf alle 110 Ccm. berechnet 0,024 CNa_2O_3 betrug. Bedenkt man, dass in diesem 110 Ccm. betragenden Niederschlage der pulverige Theil doch sicher ein messbares Volum einnahm, so ist klar, dass die Alkalescenz der Paraglobulinlösung weniger als zur Hälfte von dem beigemengten Serum herrühren konnte. Nimmt man sie dennoch als von CNa_2O_3 herrührend an, so berechnet sich die erwartete chemische Bindungsgrösse für 50 Ccm. Paraglobulinlösung gleich 1,75 Ccm. CO_2 bei 0° und 1 M. Dr.

№	*V*	*t*	*p*	*A*	*y*	*VX*
41	50,179	18,3°	101,95	5,083	0,93	0,32
42	50,179	»	496,70	24,981	»	1,80
			642,95	31,985		1,98

Diese Uebereinstimmung der Resultate mit den Erwartungen zeigt unzweideutig, dass das Paraglobulin die CO_2 vermöge der ihm beigemengten oder in demselben enthaltenen Alkalien chemisch bindet; andererseits deutet die Abhängigkeit der chemischen Bindungsgrössen von dem Drucke unzweifelhaft darauf hin, dass entweder dem Paraglobulin in der That saure Eigenschaften zukommen, oder dass es bei seinem Herausfallen einen alkalisch reagirenden Körper mitreisst, welcher die CO_2 abhängig vom Drucke bindet. Jedenfalls ist dieses Verhalten des Paraglobulins gegen CO_2 für die nächstfolgenden Versuche an seinen Gemischen mit CNa_2O_3 zu notiren.

Von diesen werde ich nur drei (№№ 43, 44 und 45) als Beispiele anführen. In den zwei ersten von ihnen wurde das Paraglobulin aus dialysirtem und hernach mit Wasser verdünntem Kalbserum (100 Ccm.) gewonnen, während zu dem dritten (№ 45) ein von Alkalien (mittelst Dialyse), Fetten und Pigmenten [die Reinigung von Pigmenten geschah ohne Anwendung fixer Mineralsäuren; siehe hierüber den § 14] befreites Pferdeserum diente. In den 2 ersten Fällen wurden die Gemische vor der Absorption bei 35°—45° C. in dem 3ten bei 80°—100° C. ausgekocht.

№	Name d. Subst.	*V*	*t*	*p*	*A*	*y*	*VX*	Bes. Bemerk.
43	CNa_2O_3 allein	50,179	15,2° C.	122,14	12,956	1,01	6,76 Ccm.	Auskoch. bei 35° —45° C.
	Paragl. allein	»	»	92,14	5,452	»	0,78 »	
	Pargl. + CNa_2O_3	»	»	75,44	11,253	»	7,43 »	
44	CNa_2O_3 allein	50,179	18° C.	94,28	5,226	0,93	0,8 Ccm.	Auskoch. bei 35° —45° C.
	Pargl. + CNa_2O_3	»	»	83,51	4,793	»	0,9 »	

№	Name d. Subst.	V	t	p	A	y	VX	Bes. Bemerk.
45	Pargl.+CNa_2O_3	50,179	15,2° C.	15,99	9,372	1,01	8,562 Cm.	Auskoch. bei 80° —100° C.
	»	»	»	531,34	37,260	»	10,33 »	
				734,81	48,087		10,84 »	
46	$CNaHO_3$ allein	50,179	15,2° C.	529,52	26,964		0	Auspump. 3′ bei 35° C. u. schwach.
				618,80	31,620	1,01	0	
				714,24	36,401		0	
47	»	»	»	514,48	28,108		2,03	Auspump. 5′ bei 35° C., sehr energisch.
				598,47	32,331	»	2,0	
				682,04	36,625		2,06	
48	$CNaHO_3$+Pargl.	»	15,2°	502,99	27,098		1,61 Ccm.	Auspump. 5′ bei 35° C., mittelmässig.
				585,08	31,159	1,01	1,51 »	
				667,97	35,405		1,55 »	
49	»	»	»	486,34	26,325	»	1,68 »	»
				635,00	33,816		1,63 »	
50	»	»	»	516,26	28,280		2,12 »	Auspump. 5′ bei 35° C., sehr energisch.
				597,55	32,181	»	1,90 »	
				674,55	36,105		1,92 »	
51	»	»	»	51,83	4,524	1,01	1 90 »	»

In dem dreigliedrigen Versuche 43 gilt die erste und zweite Bestimmung für die beiden Constituenten des Gemisches, die dritte für das Gemisch selbst. Hätte also das Paraglobulin während des Auspumpens des Gemisches CNa_2O_3 auch theilweise zersetzt, so müsste die dritte chemische Bindungsgrösse kleiner als die Summe der zwei ersten VX ausfallen und wir sehen dies in der That — anstatt $6{,}76 + 0{,}78 = 7{,}54$ haben wir 7,43 bekommen; der Unterschied ist aber so unbedeutend, dass er in die Grenzen der Versuchsfehler fällt; zudem ist der 3. Absorptionsdruck etwas niedriger als der vorherige, und wir wissen aus den Versuchen 41 — 42, dass das Paraglobulin allein die CO_2 abhängig vom Drucke bindet.

In dem nächsten Versuche 44 habe ich absichtlich eine höchst schwache Lösung von CNa_2O_3 genommen, um zu sehen, ob das Paraglobulin wenigstens solche geringe Mengen von CNa_2O_3 (zudem in höchst diluirtem Zustande!) zu bewältigen im Stande ist; aber auch jetzt war die Antwort negativ.

Zu den beiden soeben erwähnten Vers. wurden die Gemische vor der Absorption nur bei 35° —45° C. ausgepumpt und trübten sich bei der Absorption von CO_2 sehr stark; folglich könnte man gegen die Resultate dieser Versuche einwenden, dass sie nur deshalb negativ ausfielen, weil die mit CNa_2O_3 reagirende und als schwache Säure wirkende Substanz bei der Absorption von CO_2 herausfällt und eben dadurch ausser Stand gesetzt wird mit CO_2 zu rivalisiren. Um diesem Einwande entgegenzukommen wurde der Vers. 45 an einem vor der Absorption im kochenden Wasser ausgepumpten und bei der nachherigen Absorption von CO_2 nur höchst unbedeutend sich trübenden Gemische angestellt. Hier fiel die chemische Bindungs-

grösse bei dem Druckintervall 531 — 734 Mm. allerdings höher als bei der niedrigen CO_2-Spannung von 15 Mm. aus; aber erstens ist dieser Unterschied nicht grösser als derjenige in den Versuchen 41—42 am Paraglobulin allein; zweitens habe ich in der ersten Bestimmung des Vers. 45 in den Absorptiometer etwas zu wenig CO_2 eingeführt (im Ganzen nur 10,352 CO_2, während das Gemisch bei 734 Mm. 10,84 Ccm. CO_2 chemisch absorbirte); folglich die Absorptionsgrösse schon dadurch etwas zu klein ausfallen musste. Somit waren die Ergebnisse auch dieses Versuches negativer Art, obgleich die zu demselben verwendeten Paraglobulinmengen sehr bedeutend waren (aus 400 Ccm. unverd. Serum nur 120 Ccm. Paraglobulinlösung).

In Anbetracht der grossen Wichtigkeit des Stoffes in der Geschichte der uns beschäftigenden Frage habe ich grösserer Sicherheit wegen noch eine neue Reihe von Versuchen an demselben, und zwar nach dem zweiten im § 11 erwähnten Verfahren, unternommen.

Lösungen von doppeltkohlensaurem Natron habe ich durch Sättigung von 20 Ccm. einer $^1/_{10}$ normalen CNa_2O_3-Lösung mit CO_2 erhalten. Dieselben wurden in den Versuchen 46 und 47 mit 80 Ccm. Wasser, in den nachfolgenden [NN 48—51] mit 80 Ccm. ausgepumpter Paraglobulinlösung versetzt. Bedenkt man, dass das Volumen der absorbirenden Flüssigkeit überall 50 Ccm. betrug, so enthielt letztere in allen Versuchen über 0,05 gr. CNa_2O_3 oder ungefähr 8 Ccm. beweglich gebundener CO_2, nachdem die Lösung mit dieser gesättigt war.

Auf Grund dieser ebenfalls negativen (wie man es aus der Tabelle sieht) Resultate hielt ich für überflüssig noch das Pflüger'sche Verfahren in Anwendung zu bringen: — eine Substanz, welche nicht im Stande ist sogar $CNaHO_3$ im Vacuo merklich zu zersetzen, kann natürlich eine solche Fähigkeit in Bezug auf CNa_2O_3 nicht besitzen. Damit ist die Frage entschieden worden: *das aus dem verdünnten Serum mittelst* CO_2 *ausscheidbare Paraglobulin verhält sich zum kohlensauren Natron keineswegs als saurer Körper.*

14. Die grünlich-gelben Farbstoffe des Kalb- und Pferdeserums (das Hundeserum habe ich wegen seiner Armuth an diesen Stoffen nicht untersucht) lassen sich bekanntlich aus dem Serum erst nach seiner Ansäuerung extrahiren; folglich ist es sehr leicht dieselben rein oder wenigstens frei von Fett und Cholesterin zu erhalten, indem man das Serum erst ohne Ansäuerung, hierauf im angesäuerten Zustande mit gewöhnlichem Aether behandelt. Durch starke Säuren werden jedoch die Farbstoffe ganz unzweifelhaft angegriffen, deshalb ist diese Darstellungsweise zu verwerfen. Ein sichereres Extractionsmittel für dieselben [aus dem vorher von Fetten und Cholesterin befreiten Serum] bietet das reine Essiaegther dar (das käufliche ist meistens ebenfalls tauglich), weil es keiner vorherigen Ansäuerung der Flüssigkeit bedarf. Bei dieser Extractionsweise ist nur folgendes zu beachten: die Volumina des Aethers muss man ungefähr zur Hälfte kleiner als diejenigen des Serums nehmen und die Flüssigkeit höchstens einige Secunden aufschütteln, sonst verwandelt sich leicht die Mischung in eine dicke emulsionsartige Masse, aus welcher die aetherische Schicht sich höchst langsam ausscheidet. Beim Abdampfen des aetherischen Extractes erst auf einem Wasserbade, hierauf in den Uhrgläsern, bekommt man eine reiche Krystallisation von Bilirubin, mit

seiner charakteristischen Form, Farbe und nicht minder charakteristischem Verhalten gegen NHO_3. Nebst diesem ist auch das bekannte amorphe goldgelbe Pigment vorhanden.

Leider wird bei diesem Verfahren das von den Farbstoffen befreite Serum wegen seines dicken emulsionsartigen Zustandes nicht mehr brauchbar; deshalb kann diese Extractionsweise nur dann mit Vortheil benutzt werden, wenn es um die Gewinnung der Pigmente allein sich handelt. Hat man hingegen zum Zweck nebst dieser auch das zurückbleibende Serum in flüssiger Form zu erhalten, so kann man auf zweifache Weise verfahren: die der Extraction (mit gewöhnlichem Aether) der Pigmente vorhergehende Ansäuerung des Serums mit starken Mineralsäuren kann entweder durch die Ansäuerung der Flüssigkeit mit CO_2, oder durch eine Sättigung derselben mit $MgSO_4$ ersetzt werden. In dem ersten von diesen Fällen muss man beide Operationen (Behandlung mit CO_2 und Aether) einige Male wiederholen, wozu dieselben in einem geräumigen und dicht verschliessbaren Scheidetrichter auszuführen sind. Zuletzt kriegt man die Flüssigkeit in 3 Schichten vertheilt, von denen die unterste wässerige, meistens sehr trübe, sich sehr leicht von der mittleren emulsionsartigen scheiden lässt. Die Farbstoffe des dialysirten Serums bedürfen zu ihrer Extraction ebenfalls einer vorherigen Ansäuerung der Flüssigkeit mit CO_2, folglich ist das dialysirte Serum auf dieselbe Weise wie das normale zu behandeln, nur muss man natürlich die Flüssigkeit nach der ersten Sättigung mit CO_2 wenigstens für 24 St. in Eis stellen, damit das durch CO_2 niedergeschlagene Paraglobulin sich herabsetzt. Wählt man hingegen zur Extraction der Farbstoffe und zur Gewinnung des Serumeiweisses in flüssiger Form das zweite Verfahren, so muss das Serum nach der Sättigung mit $MgSO_4$ erst filtrirt, hernach mit Aether behandelt und schliesslich (d. h. die nach der Entfernung der Farbstoffe zurückbleibende Flüssigkeit) dialysirt werden.

Die auf diese oder jene Weise bereiteten Aetherextracte unterscheiden sich äusserlich (unter dem Mikroscop) von denen mittelst Essigaether erhaltenen nicht im geringsten: auch hier hat man nebst Bilirubin die goldgelbe amorphe Masse.

Bei der Schwierigkeit das unbekannte goldgelbe Pigment in grösseren Mengen zu erhalten konnte ich natürlich nur diejenigen Eigenschaften der Farbstoffe [und zwar beider zugleich] berücksichtigen, welche in directem Zusammenhange mit der uns beschäftigenden Frage stehen.

Es ist zunächst aus der oben angegebenen Darstellungsweise derselben von selbst ersichtlich, dass ihr normaler aufgelöster Zustand im Serum weder von Fetten und Cholesterin, noch von dem grössten Theile des Paraglobulins und der Alkalien abhängig sein kann. Weiter ist es sehr leicht sich durch Versuche zu überzeugen, dass die Farbstoffe bei ihrer Extraction aus dem Serum irgend welche chemische Umänderung erleiden, insofern nämlich die einmal isolirten Pigmente im normalen Serum nicht mehr löslich sind. Der Grund, warum dieser Umstand als Beweis ihrer chemischen Umänderung gelten muss, liegt darin, dass das Serum beim Concentriren bekanntlich keine Pigmente in fester Form ausscheidet, folglich damit nicht gesättigt ist. Ebenso leicht ist es zu zeigen, dass die chemische Umänderung der Farbstoffe nicht etwa durch eine Verbindung derselben mit CO_2 bedingt

sein kann. Eine solche Verbindung ist zwar nicht unmöglich, weil das Serum nach der Absorption von CO_2 seine Farbe ganz ebenso wie nach dem Ansäuern mit starken Mineralsäuren ändert; sie müsste aber jedenfalls zu sehr schwachen durch das Kochen im Vacuo zerstörbaren Verbindungen gerechnet werden und als solche könnte sie kaum im Stande sein die Auflösung der isolirten Farbstoffe im Serum zu verhindern, nachdem das Gemisch ausgepumpt ist. Diese Erklärungsweise würde zudem unzureichend sein, da sie weder die Reaction des Serums mit Essigäther noch die Einwirkung von $MgSO_4$ erklären kann. Eine alle 3 Reactionen umfassende Erklärungsweise lässt sich zur Zeit allerdings nicht geben; jedoch kann ich mich der Bemerkung nicht enthalten, dass vielleicht allen dreien folgende gemeinsame Thatsache zu Grunde liegt: Kohlensäure, schwefelsaure Magnesia und Essigäther sind solche Körper, welche die Ausscheidung der sogenannten Globulinsubstanzen aus dem Serum begünstigen oder sogar direckt bedingen [die emulsionsartige Schicht nach dem Schütteln des Serums mit Essigäther ist in der That eine Emulsion des letzteren mit gelatinös ausgeschiedenem Paraglobulin]. Könnte man demnach nicht glauben, dass die durch die Extraction dargestellten Farbstoffe als Spaltungsproducte eines zusammengesetzten globulinartigen dem Haemoglobulin nicht unähnlichen Stoffes zu betrachten sind?

Zu Gunsten einer solchen Auffassung kann ich ausser der Undialysirbarkeit des Stoffes noch folgende Thatsache anführen: die Extraction der Farbstoffe aus einem vom Paraglobulin mittelst $MgSO_4$ vollständig befreiten Pferdeserum ist immer mit der Ausscheidung eines gelatinösen farblosen Körpers verbunden, welcher oberhalb der Serumeiweisslösung schwimmen bleibt und unter dem Mikroscope in Form einer körnigen Masse (ohne Myelinformen) erscheint. Da das Serumeiweiss bekanntlich keine Fähigkeit besitzt in Aether zu gelatiniren, während eine solche Fähigkeit einigen Globulinen (z. B. der fibrinogenen Substanz) unzweifelhaft zukommt, so ist Grund vorhanden diesen in Aether unlösslichen Stoff, als Globulin und zugleich als Spaltungsproduct unseres hypothetischen chromogenen Körpers zu betrachten.

Es ist ferner im höchsten Grade wahrscheinlich, dass die Farbstoffe des Serums in ihrem natürlichen Zustande an Alkali gebunden sind [eine weitere Analogie mit den Globulinsubstanzen der rothen Blutkörperchen!], denn einerseits hält das Serum bei der Dialyse einen Theil der Alkalien nebst der ganzen Menge seiner Farbstoffe hartnäckig zurück, andererseits bedarf auch das dialysirte Serum zur Extraction seiner Pigmente einer Ansäuerung. Was das für ein Alkali ist, liess sich nicht entscheiden, denn Versuche in dieser Richtung an den extrahirten Farbstoffen ergaben lauter negative Resultate: sogar im natronhaltigen Wasser lösen sie sich schwer auf, während ihr normaler Gehalt an Alkali (in grm. Na_2O ausgedrückt) höchstens 0,017 gr. Na_2O auf 100 Ccm. Serum betragen könnte, denn nur so viel Alcali bleibt durchschnittlich nach meinen Versuchen im dialysirten Serum zurück.

Sicher ist es endlich, dass die Farbstoffe des Serums in ihrem normalen Zustande mit CO_2 reagiren, da frisches unausgepumptes Serum mit Aether geschüttelt denselben stets ein wenig färbt, während das Serum im ausgepumpten Zustande dieses nicht mehr thut.

Schliesslich führe ich einen Versuch an, welcher beweist, dass die isolirten Farbstoffe im Serum unlöslich sind und dass sie in diesem Zustande die Fähigkeit verloren haben mit CO_2 zu reagiren.

Es wurden 500 Ccm. Pferdeserum 2 Tage lang mit Aether extrahirt um Fette und Cholesterin zu entfernen, hierauf mit Essigäther behandelt und die bis zum Trockenen abgedampften Farbstoffe mit 100 Ccm. Pferdeserum gemischt. Die Flüssigkeit wurde sogleich gleichmässig trübe, verlor die Eigenschaft zu schäumen ganz und gar [sogar bei dem Auspumpen] und absorbirte absolut ebensoviel CO_2 wie die andere Portion desselben Pferdeserums, zu der keine Pigmente beigemengt waren.

Name	V	t	p	A	y	VX
Reines Serum	50,179	15,2°	40,53	12,624	0,99	10,61
Serum+Pigm.	»	»	46,76	12,784	»	10,46

Ausser diesen Pigmenten enthält sowohl das Pferde- als das Kalbserum noch einen dritten durch den gewöhnlichen Aether nicht extrahirbaren und deshalb in dem Serumeiweiss zurückbleibenden Farbstoff, welcher dieser Flüssigkeit gelb-braun-röthliches Aussehen verleiht (die röthlichen Töne treten besonders klar hervor, wenn die Flüssigkeit trübe ist). Da diese auch dem Hundeserum eigene Färbung derjenigen schwacher Lösungen des Blutes im Wasser ähnlich aussieht, so glaubte ich zuerst, dass sie durch eine Verunreinigung des Serums mit rothen Körperchen bedingt ist; da jedoch eine solche Färbung auch in dem reinsten Serum nicht fehlt, so muss ein allen 3 Serumarten gemeinsamer gelb-braun-röthlicher Farbstoff (ein Zerfallsproduct der rothen Körperchen?) zugeschrieben werden, um so mehr, als man nur durch diesen das röthliche Durchschimmern aller 3 Serumarten in dicken Schichten erklären kann. Leider konnte ich diesen Farbstoff wegen seines zu geringen Gehaltes im Serum nicht untersuchen.

Von den übrigen Bestandtheilen des Serums, welche von mir im isolirten Zustande untersucht worden sind, bleibt nur noch das Serumeiweiss; da es aber zu seiner Darstellung eines dialysirten Serums bedarf, so muss erst die Dialyse des Serums besprochen werden.

15. Nachdem die obigen Versuche an dem durch CO_2 fällbaren Paraglobulin die Frage über die Ursache des lockeren Zustandes der chemisch gebundenen CO_2 im Serum unentschieden liessen, erlangte für mich die Dialyse des Serums eine viel grössere Bedeutung als ich ihr anfangs bei der Fesstellung des allgemeinen Untersuchungsplanes beilegen konnte. Früher galt für mich diese Operation nur als Mittel das Serum so viel als möglich von seinen Alkalien ebenso wie von den anderen Crystalloiden zu befreien, um das Serumeiweiss in möglichst reiner Form und noch die Pigmente im aufgelösten Zustande zu erhalten. Nun betrachtete ich dieselbe als das letzte mir übrig gebliebene Spaltungsmittel für den noch unbekannten alkalihaltigen und in Bezug auf die Kohlensäure nach Art eines Salzes mit schwacher Säure wirkenden Körper. Es war nämlich zu erwarten, dass die saure Hälfte

des Körpers insofern sie nur zu den Colloiden gehören konnte, im Dialysator bleiben wird, während die alkalische in's Wasser übergeht. Um desto grössere Befürchtungen musste mir bei dieser Sachlage der Umstand einflössen, dass die Umsetzungen der Serumstoffe bei der Dialyse noch zu wenig bekannt sind und dass diese Operation vielleicht gerade in Bezug auf den fraglichen Bestandtheil der CO_2-bindenden Substanzen nicht so unschädlich ist, wie man es z. B. in Bezug auf das Serumeiweiss gewöhnlich annimmt. Hieraus entstanden höchst mühevolle Bemühungen die Vertheilung der Alkalien und der als schwache Säure wirkenden Stoffe zwischen dem im Dialysator bleibenden Serum und seinem Diffusate zu bestimmen. Erst nachdem ich sehr viele vergleichende absorptiometrische Bestimmungen an beiden Flüssigkeiten und zwar mit verschiedenen Variationen der Bedingungen angestellt habe, gelang es mir endlich den wahren Thatbestand annähernd richtig zu errathen. Die Ergebnisse dieser ausschliesslich am Kalbserum angestellten Vorversuche waren folgende:

1) Dem Serum konnte ich durch eine 48 Stunden bei O° dauernde Dialyse höchstens $^6/_7$ seiner Alkalien entziehen. Durchschnittlich entsprach die Alkalescenz in 100 Ccm. Serum nach der Dialyse (mit Correction auf die Vergrösserung des Volumens in Folge der Wasserzunahme) 0,017 gr. Na_2O.

2) Sowohl das dialysirte Serum als das auf dasselbe Volumen concentrirte Diffusat absorbiren die Kohlensäure abhängig vom Druck; die Zeichen der lockeren Bindung von CO_2 sind jedoch an dem letzteren sehr schwach ausgeprägt.

3) Normales Serum bindet die CO_2 unter übrigen gleichen Bedingungen in grösseren Quantitäten als seine beiden Bestandtheile nach der Dialyse zusammengenommen; d. h. die chemische Absorptionsgrösse des normalen Serums ist höher, als diejenige des dialysirten Serums + diejenige des Diffusates, welches durch das Abdampfen [nur in Platinschalen, unter keiner Bedingung in Porcellan- oder Glassgefässen!] auf das Volumen des Serums concentrirt ist.

4) Das Verhältniss kehrt sich um, so wie man in der letzten Summe anstatt des concentrirten Diffusates die Auflösung seiner Asche in einem dem Serum gleichen Volumen Wasser nimmt.

5) Die chemische Absorptionsgrösse der Diffusataschenlösung ist stets etwas geringer als diejenige des entsprechenden normalen Serums.

6) Die überschüssigen Alkalien des Serums erscheinen in der Asche des Diffusates in Form von Carbonaten.

Alle diese Erscheinungen mit Ausnahme des Punktes 4, von dem ich übrigens später reden werde, erklären sich als Folgen eines geringen Austretens der Eiweissstoffe ins Wasser, vielleicht auch der CO_2-bindenden, und einer theils im Serum, theils im Diffusate (und zwar hauptsächlich bei seinem Abdampfen) stattfindenden Entwickelung einer organischen Säure, welche am Ende der Dialyse nur im Diffusate zu finden ist. Die Wirkung dieser Säure

auf die Alkalien des Diffusates erklärt die Punkte 3 und 4, ebenso wie das Erscheinen der überschüssigen Alkalien des Serums in der Asche des Diffusates in Form von Carbonaten; und ihre Wirkung auf die ausgetretenen Eiweissstoffe (d. h. die Umwandlung der letzteren in die Acidalbumine) erklärt vielleicht die Thatsache, warum die chemische CO_2-Absorption durch die Diffusate eine geringe Abhängigkeit vom Drucke zeigt. Uebrigens will ich ein geringes Uebertreten der CO_2-bindenden Eiweissstoffe in's Wasser nicht bestreiten.

Was für eine Bedeutung der Säureentwickelung zuzuschreiben ist, weiss ich nicht. Die Thatsache entspricht vielleicht der von Zuntz bei der Digestion des Blutes beobachteten analogen Erscheinung; um so mehr, als die Säuremenge im Diffusate nach meinen Versuchen desto grösser ist, je länger das Abdampfen desselben bei mässiger Temperatur dauert. Sie kann aber möglicherweise auch davon abhängen, dass ich das Serum der säugenden Kälber dialysirte; um so mehr, als die Säure ihrer Stärke nach nur mit Milchsäure zu parallelisiren ist, da sie das chemische Absorptionsvermögen des Diffusates für CO_2 vollständig vernichten kann.

Zur besseren Orientirung in allen diesen Verhältnissen mag die Beschreibung einiger entscheidender Versuche folgen.

Bei der Dialyse des Kalbserums № 52 liess ich die ganze Menge des Diffusates (über 2000 Ccm. Flüssigkeit) zwei Tage lang bei 35°—40° im Vacuo abdampfen und stellte einen Absorptionsversuch mit dieser Flüssigkeit an, nachdem sie bis auf 200 Ccm. concentrirt war. Zu meinem Erstaunen erhielt ich gar keine chemische Bindung von CO_2. Als ich darauf diese bis zum Trockenen abgedampfte Flüssigkeit veraschte und den Rückstand [die Asche der Serumdiffusate stellt immer eine ganz weisse geschmolzene Masse dar] mit einem dem Volumen des angewandten Serums gleichen Volumen Wasser versetzte, so ergab der Absorptionsversuch auf 100 Ccm. Lösung über 24 Ccm. chemisch gebundener CO_2; — ein Beweis, dass es sich im Diffusate während seiner Digestion eine organische Säure (höchstwahrscheinlich Milchsäure) gebildet hat, welche die Alkalien vollständig neutralisirte. Ein anderes Mal (Vers. 53) um die Zeit der Digestion des Diffusates möglischst abzukürzen, wurde das letztere durch das Kochen am freien Feuer in einer Platinschale concentrirt; da aber diese Operation zu gleicher Zeit mit der Dialyse ging, musste ich sie ebenso oft unterbrechen, als das Wasser im Dialysator gewechselt wurde. Hier bekam ich auf 100 Ccm. Diffusat, resp. 100 Ccm. des angewandten Serums, gegen 6 Ccm. chemisch gebundener CO_2. Endlich in einem dritten Versuche (№ 54) wurde das in Eis aufbewahrte Diffusat auf einmal, d. h. ohne Unterbrechungen in einer Platinschale am freien Feuer concentrirt. Hier ist die chemische Bindungsgrösse auf 100 Ccm. Serum gleich 9,6 Ccm. CO_2 ausgefallen. In diesem Versuche wurde nebst dem concentrirten Diffusate auch die Asche des letzteren, ebenso wie das im Dialysator gebliebene Serum, auf ihr chemisches Absorptionsvermögen untersucht.

№	Name der Substanz.	*V*	*t*	*p*	*A*	*Y*	*VX* auf 100 Ccm. Serum
52	Kalbserumdiffusat	50,179	15,2°	507,12 580,64 682,17	24,945 28,494 33,545	0,976	0
	Diffusatasche	»	15,2°	453,43 506,50 600,75	34,666 37,353 42,086	0,99	24,28 Ccm. 24,38 » 24,48 »
53	Kalbserumdiffusat	50,179	15,2°	492,20 637,82	25,663 33,292	0,99	4,84 Ccm. 6,44 »
54	Dialys. von Fett und Cholest. befr. Ser.	50,179	15,2°	72,90	8,052	1,01	8,70 Ccm.
	Concent. Diff. desselben Kalbserums	»	»	352,64 440,91	22,227 26,726	0,99	9,42 » 9,64 »
	Diffusatasche	»	»	312,04 383,86	28,661 32,355	0,99	26,32 Ccm. 26,56 »

Nach Beendigung des Vers. 54 bestimmte ich mittelst $BaCl_2$ annähernd die Menge von Carbonaten (und Phosphaten) in dem löslichen Theile der Asche des Diffusates und erhielt nach Abzug von $SBaO_4$ 0,2995 gr. Niederschlag. Diese Menge als $CBaO_3$ aufgefasst entspricht 0,161 gr. CNa_2O_3 in 100 Ccm. Diffusat (oder Serum), welche 25,8 Ccm. CO_2 chemisch zu binden im Stande sind. Die Uebereinstimmung dieser Zahl mit der beobachteten chemischen Absorptionsgrösse der Diffusataschenlösung zeigt ohne weiteres, dass die Alkalien der letzteren in der That in Form von Carbonaten gegeben sind.

Derselbe Versuch 54 entscheidet endlich die Frage bezüglich des quantitativen Verhältnisses zwischen der chemischen Absorptionsgrösse des normalen Serums und denjenigen seiner beiden Bestandtheile nach der Dialyse. Die chemischen Absorptionsgrössen des normalen Serums liegen zwischen 24—30 Ccm. CO_2; diejenigen des dialysirten Serums und des concentrirten Diffusates betragen im Vers. 54 nur 18 Ccm., während die Summe der Absorptionsgrössen des dialysirten Serums und der Diffusatasche nach demselben Versuche 35 Ccm. CO_2 beträgt.

Somit könnten von allen die Dialyse des Serums begleitenden Erscheinungen nur 2 Thatsachen als Folgen einer chemischen Umsetzung der CO_2-bindenden Stoffe aufgefasst werden: die Entwickelung der Säure und das Zurückbleiben im dialysirten Serum eines nicht unbedeutenden chemischen Absorptionsvermögens für CO_2 trotz seiner Verarmung an Alkalien. Die Abstammung des rohen Materials für die Säure gerade aus den organischen Bestandtheilen der CO_2-bindenden Substanzen will ich zwar nicht absolut verneinen, halte

sie jedoch für sehr unwahrscheinlich, *denn die zweite für die weitere Entwickelung unserer Frage höchst wichtige Thatsache sich nur als Folge der Alkalientziehung von den sonst normal gebliebenen* CO_2*-bindenden Stoffen erklären lässt* (siehe hierüber die nächstfolgenden Parapraphen).

16. In Betreff der nun folgenden und in der Tab. III zusammengestellten Versuche an den Serumderivaten habe ich zu bemerken, dass dieselben in drei Gruppen zerfallen, von denen die erste (Vers. 55—59) das Verhalten der Dialysederivate zu CO_2 an und für sich; — die zweite ein ebensolches Verhalten des normalen Serums nach seiner Behandlung mit $MgSO_4$ (Vers. 60—62); — und die dritte (alle übrigen Versuche) das Verhalten der Gemische von Dialysederivaten mit CNa_2O_3 zu CO_2 anzuzeigen bestimmt ist. Durch den letzten Drittel stellen diese Versuche eine natürliche Fortsetzung derjenigen in den §§ 12 und 13 angeführten dar, insofern man auch hier mit dem Verhalten einzelner Bestandtheile des Serums gegen CNa_2O_3 zu thun hat. Es sind im Ganzen 3 Formen von Dialysederivaten untersucht worden: 1) einfach dialysirtes Serum; 2) dialysirtes und von Fetten (resp. von Cholesterin) befreites Serum; 3) dialysirtes, von Fetten, Paraglobulin und Pigmenten befreites Serum oder kurz Serumeiweisslösung. Die Darstellungsweise aller dieser Derivate ist schon aus dem früheren bekannt; hier mögen nur einige Bemerkungen in Bezug auf die Endoperationen bei der Gewinnung des Serumeiweisses und in Betreff der Behandlung des Serums mit $MgSO_4$ hinzugefügt werden. Extrahirt man die Farbstoffe mittelst CO_2 und Aether, so bekommt man nach dem letzten Schütteln des Serums mit Aether die unterste Serumeiweissschicht nur selten vollkommen klar, besonders beim Kalbserum; und diese Trübung, welche anfangs unbedeutend sein kann, nimmt beim Stehen der Flüssigkeit zu. Um ihrer los zu werden, muss die Serumeiweisslösung, nachdem sie von den oberen Schichten geschieden ist, wiederum mit CO_2 gesättigt und wenigstens für 24 Stunden in Eis gestellt werden. Hinsichtlich der Ausscheidung der Globuline mittelst $MgSO_4$ ist folgendes zu beachten: ein mit $MgSO_4$ bei der Zimmertemperatur im Ueberschusse versetztes und vom Niederschlage abfiltrirtes Pferdeserum scheint mir einen Theil der Globuline zurückzuhalten, denn wird die Flüssigkeit in eine Kältemischung gestellt, so scheiden sich aus derselben die Krystalle des Salzes nicht rein sondern gemischt an einen schneeweissen pulverigen Eiweisskörper; erst nach dieser zweiten Ausscheidung erhält man eine Flüssigkeit, welche in der Kälte reine Krystalle von $MgSO_4$ ausscheidet. Mit solcher Flüssigkeit ist der Versuch 62 — angestellt. In allen Versuchen mit $MgSO_4$-Serum wurde der Lösungscoëfficient aus den totalen Absorptionsgrössen ausgerechnet.

Tab. I.

№	Name	*V*	*t*	*p*	*A*	*Y*	*VX*	VX auf 100 Ccm. Flüssigkeit.
55	Dial. Kalbserum	50,485	15,2°C.	52,52	7,054	1,01	4,37	8,7 Ccm.
	Dasselbe Serum	»	»	407,29 515,72	27,094 32,846	»	6,32 6,55	13 »
	Dasselbe Serum + H_2O Vol. auf Vol.	»	»	438,01 576,85	25,788 33,135	»	3,6 3,9	7,8 »

№	Name	V	t	p	A	Y	XV	VX auf 100 Ccm. Flüssigkeit.
56	Dial. Kalbserum	50,179	»	477,92 540,17 621,56	28,739 32,147 36,450	»	5,00 5,31 5,58	11 Ccm.
57	Dial. v. Fett. u. Paragl. (z. Theil) befreites Kalbserum.	50,179 »	15,2° C. »	77,33 546,01 771,13	7,903 33,502 45,235	1,01 »	3,98 5,83 6,15	7,9 » 12 »
58	Dasselbe Serum + H_2O Vol. auf Vol.	»	»	59,69	5,259	»	2,23	4,4 »
59	Serumeiweisslösung des Pferdeblutes	50,179 »	15,2° C. »	89,31 549,32 745,62	7,639 31,746 42,205	1,01 »	3,11 3,90 4,41	6,2 » 8,8 »
60	Mit $MgSO_4$. ungen. vers. Pferdeser. Keine Aussch. v. Paraglob.	50,179 »	15,2° C. »	94,31 622,74 895,10	11,882 26,851 31,248	0,3216 »	10,36 16,80	20,7 » 33,6 »
61	Dass. Ser. nach vollst. Aussch. v. Paragl.	»	»	680,73 955,23	16,440 20,200	0,2729	7,12	14,2 »
62	Pferdeserum nach vollst. Ausscheid. d. Paragl. mitt. $MgSO_4$ und Kälte.			96,16 677,25 946,55	7,835 17,743 21,893	0,3071	6,35 7,30	12,7 » 14,6 »
63	CNa_2O_3-Lösung Dial. Kalbser. ohne Fette Dass. Ser. + CNa_2O_3	50,179 » »	15,2° C. » »	68,19 72,90 83,67	8,535 8,052 11,976	1,01 » »	5,08 4,35 7,73	10,1 » 8,7 » 15,4 »
64	CNa_2O_3-Lösung Dial. Kalbser. ohne Fette Dass. Ser. + CNa_2O_3	50,179 » »	15,2° C. » »	122,14 78,50 46,03	12,956 7,480 10,810	1,01 » »	6,76 3,40 8,47	13,5 » 6,8 » 16,9 »
65	CNa_2O_3-Lösung Serumeiw. d. Kalbbl. Serumeiw. + CNa_2O_3	50,179 » »	15,2° C. » »	122,14 54,40 68,01	12,956 7,573 14,479	1,01 » »	6,76 4,81 11,03	13,5 » 9,6 » 22,0 »

17. Wollen wir erst bei den Versuchen 55, 56 und 57 stehen bleiben. Dieselben zeigen, das sowohl das einfach dialysirte Serum als dasjenige, welches zugleich von Fetten und einem Theile des Paraglobulins befreit ist,*) Körper enthält, welche CO_2 abhängig vom Drucke und von der Concentration der Flüssigkeit chemisch binden. Die Abhängigkeit der chemi-

*) In allen diesen Versuchen wurde das dialysirte Serum im unverdünntem Zustande mit CO_2 behandelt.

schen Absorptionsgrössen von dem ersteren scheint sogar im dialysirten Serum etwas stärker als im normalen ausgesprochen zu sein, denn die aus den totalen Absorptionsgrössen auf die bekannte Weise ausgerechneten Lösungscoefficienten (dieselben sind in der Tab. III. nicht angeführt) im dialysirten Serum durchschnittlich höher als im normalen ausfallen: im letzteren beträgt ihr mittlerer Werth bei t = 15,2 0,99 im ersteren 1,06. Dieser Umstand deutet jedenfalls auf ein *etwas beweglicheres Gebundensein der CO_2 im dialysirten Serum* hin und ist leicht aus der Verarmung der normalen Flüssigkeit an Alkalien zu erklären, welche an der Fixirung der absorbirten CO_2 natürlich mithelfen.

Man überzeugt sich ferner sehr leicht, dass die durch das dialysirte Serum bei mittleren und stärkeren CO_2-Spannungen chemisch gebundenen CO_2-Mengen zu gross sind um durch die chemische Absorption von Seite des im Serum zurückgebliebenen Alkali erklärt zu werden. Dieselben betragen in der That in den Versuchen 55 und 56 13 und 12 Ccm. CO_2 auf 100 Ccm. Serum; während das Alkali dieser Flüssigkeit als Na_2O berechnet durchschnittlich 0,017 gr. Na_2O beträgt, und folglich höchstens 9—10 Ccm. CO_2 binden könnte, d. h. wenn es sich bei der Absorption in saures Carbonat umgewandelt hätte, was rein unmöglich ist, da das dialysirte Serum die CO_2 locker bindet. Hieraus folgt unvermeidlich, dass *die Stoffe des dialysirten Serums, welche CO_2 nach variablen Verhältnissen binden, mit diesem Gase nicht wie Salze nur vermöge des in ihnen enthaltenen Alkali, sondern auf eine complexere Weise reagiren, und zwar mit einer Betheiligung der organischen Stoffe an der Reaction.* — Anders lässt sich die Thatsache nicht erklären! — Der Gedanke enthält übrigens nichts Unwahrscheinliches, so wie man sich die fraglichen Stoffe als Globuline denkt; denn diese Substanzen werden bekanntlich von sehr schwachen Säuren (wie z. B. Essigsäure) leicht angegriffen und zersetzen sich ganz unzweifelhaft auch unter dem Einflusse von CO_2. — Wie würde man anders die Thatsache erklären, dass die fibrinogene Substanz zu ihrer Ausscheidung aus dem Blutplasma mittelst CO_2 einer stärkeren Verdünnung der Flüssigkeit als die fibrinoplastische bedarf? Ich sehe deshalb kein Grund ein die Umwandlung der Globuline unter dem Einflusse von CO_2 in Acidalbumine als unmöglich zu betrachten und finde den Gedanken nicht unnatürlich, dass diese Stoffe unter geeigneten Bedingungen eine gewisse Menge CO_2 chemich fixiren können, wie es mit anderen Säuren bei Bildung der Acidalbumine geschieht.

Nach dieser für die weitere Discussion der Versuchsergebnisse unentbehrlichen Abschweifung kehre ich zu der Betrachtung der Tab. III zurück.

Die Zusammenstelluug der Vers. 55 und 56 mit dem Vers. 57 zeigt endlich, dass diese Stoffe weder in den während des Auspumpens möglicherweise entstandenen Seifen [die Fette sind ja aus dem Serum des Vers. 57 entfernt!] noch in demjenigen Theile der Globuline zu suchen sind, welcher aus einem unverdünnten dialysirten Serum mittelst CO_2 ausgeschieden wird. Zieht man ausserdem den Vers. 59 zu Rathe, so ist leicht zu sehen, dass die die CO_2 nach variablen Verhältnissen bindenden Stoffe im Serumeiweiss beinahe gänzlich fehlen; folglich sind dieselben entweder in jenem Theile der Globulinsubstanzen enthalten,

welcher im unverdünnten dialysirten Serum nach seiner Behandlung mit CO_2 zurückbleibt, oder in diesen Substanzen und zugleich in jenem chromogenen Körper, von welchem oben im § 14 die Rede war. — Letzteres kann übrigens nur in Bezug auf das Pferde- und Kalbserum vermuthet werden, da nur diese nahmhafte Mengen von Farbstoffen enthalten.

Zur Entscheidung dieser Frage wurde die von Hammarsten mit solchem eclatanten Erfolge erprobte Methode der Ausscheidung der Globuline mittelst $MgSO_4$[1]) in Anwendung gebracht. Da jedoch die im Serum bei dieser Behandlung möglicherweise entstehenden Umlagerungen von Stoffen zu wenig bekannt sind, so war ich genöthigt erst Absorptionsversuche an einem mit $MgSO_4$ nicht vollständig gesättigten Serum anzustellen. Von solchen Probeversuchen ist sub № 60 einer angeführt, in welchem die Flüssigkeit mit einem verwitterten Salze beinahe vollständig gesättigt war. Da die chemischen Absorptionsgrössen in diesem Versuche ebenso gross wie im normalen Serum ausgefallen sind, so kann derselbe als Beweis gelten, dass die Methode für unsere Zwecke tauglich ist. Im Vers. 61 wurde dasselbe Pferdeserum mit $MgSO_4$ im Ueberschusse versetzt und hier fiel die chemische Absorptionsgrösse der von den Globulinen abfiltrirten Flüssigkeit um mehr als die Hälfte herunter. Der Versuch 62 ist eine Wiederholung des vorherigen, mit dem einzigen Unterschiede, dass hier eine Bestimmung unter niedrigerer CO_2-Spannung (96 Mm.) beigefügt ist und dass das von den Globulinen abfiltrirte Serum vor dem Absorptionsversuche in eine Kältemischung hingestellt war, wobei sie nebst Salzkrystallen[2]) eine gewisse Menge schneeweissen feinflockigen Eisweisskörper ausgeschieden hat. In Bezug auf die chemische Absorption bei stärkeren Spannungen von CO_2 hat dieser Versuch die Ergebnisse des vorherigen bestätigt; da er aber zugleich gezeigt hat, dass das von den Globulinen vollständig befreite Serum CO_2 beinahe unabhängig vom Drucke bindet, so kann es keinem Zweifel mehr unterliegen, dass

die die Kohlensäure nach variablen Verhältnissen bindenden Stoffe des Serums fast ausschliesslich durch Globuline gegeben sind und zwar durch denjenigen Theil dieser Substanzen, welcher im Serum nach seiner Behandlung mit CO_2 *zurückbleibt.*

Ebenso sicher ist es weiter, dass bei der Ausscheidung von Globulinen mittelst $MgSO_4$ die Alkalien des Serums in zwei Hälften zerfallen, von denen die grössere mit den Globulinen herausfällt. Ob diese Thatsache jedoch als Beweis zu betrachten ist, dass nur dieser Theil von Alkalien an Globuline gebunden ist, kann ich nicht behaupten solange es unbewiesen bleibt, dass eine solche Theilung aus einer Aenderung der Löslichkeitsverhältnisse für die Alkalien nicht abgeleitet werden kann.

18. Nun gehe ich zu den Versuchen an den Gemengen der Serumderivate mit CNa_2O_3 über, und zwar will ich erst die nackten Thatsachen darlegen. Versuche 63 und 64 zeigen übereinstimmend, dass Gemische des dialysirten globulinhaltigen Serums mit CNa_2O_3 die Kohlensäure bei niedrigen Spannungen dieses Gases in geringeren Mengen binden,

1) Ueber das Paraglobulin, Pflüg. Arch. B. XVIII, H. 3—4, Seite 110, Tab. II.

2) Aus diesem Grunde ist der Lösungscoëfficient im Vers. 62 höher als in dem vorherigen ausgefallen.

als es die beiden Ingrediente der Mischung thun. Im Versuche 63 absorbirte in der That das dialysirte Serum mit CNa_2O_3 nur 15,4 Ccm. CO_2 anstatt 18,8 Ccm; im Vers. 64 — nur 16,9 Ccm. CO_2 anstatt 20,3. Der Versuch 65 zeigt im Gegentheil, dass eine solche Eigenschaft den Gemischen von Serumeiweiss mit CNa_2O_3 beinahe gänzlich fehlt [anstatt 23,1 Ccm. CO_2 absorbirte das Gemenge 22 Ccm.] und insofern beweist derselbe, dass an den Erscheinungen der geringeren CO_2-Bindung durch die Mischung in Vergleich mit den Absorptionsgrössen ihrer Ingredienten Serumglobuline betheiligt sind; und zwar nur der durch CO_2 nicht ausscheidbare Theil derselben, weil die Paraglobuline (siehe oben im § 13 Vers. 43 und 44) nichts derartiges zeigen.

Nachdem dieses Verhalten der Gemische des dialysirten Globulins mit CNa_2O_3 gegen die CO_2 festgestellt war, glaubte ich sogleich eine Bestätigung der Vermuthung von Sertoli über die sauere Natur der Globuline gefunden zu haben, denn die Erscheinung liess sich in der That durch die abschwächende Einwirkung der Globuline auf das chemische Absorptionsvermögen des Natriumcarbonats am leichtesten erklären. Auch war ich fest überzeugt, dass es mir gelingen wird die zersetzende Einwirkung des dialysirten[1]) und von Fetten befreiten Serums auf CNa_2O_3 im Vacuo auf die im § 11 angegebene Weise zu beweisen. Um so grösser war meine Ueberraschung als ich in zwei solchen Versuchen negative Resultate erhielt. In dem ersten von ihnen — am Pferdeserum — bekam ich nach einem Kochen im Laufe von 20′ keine Spur von CO_2-Entwickelung; in dem zweiten — am Kalbserum — war die Trübung des Barythwassers nach einem ebenso langen Kochen obgleich wahrnehmbar, jedoch so unbedeutend, dass ich keinen Anstand nehme auch diesen Versuch als negativ zu betrachten.

Nach diesen negativen Ergebnissen könnte die Idee von Sertoli allerdings noch gerettet werden — durch die Vermuthung nämlich, dass die Globuline als Säuren zu schwach sind um CNa_2O_3 zu zersetzen, aber kräftig genug um die Umwandlung desselben in saures Carbonat bei schwachen CO_2-Spannungen zu beeinträchtigen. Bald sah ich jedoch ein, dass man zu demselben Ziele — ja noch mehr, zur Erklärung aller von mir am Serum beschriebenen Erscheinungen! — gelangen kann, wenn man eine viel wahrscheinlichere Annahme macht,

dass die die Kohlensäure nach variablen Verhältnissen bindenden Stoffe des Serums eine Art Alkalialbuminat darstellen, welches gegen die Kohlensäure wie ein Salz mit schwacher Säure nur insofern sich verhält, als der eiweissartige Theil (d. h. Globulin) *dieser Verbindung unter dem Einflusse von* CO_2 (und zwar erst unter diesem Einflusse!) *sauere Eigenschaften bekommt.*

Es ist, wie man sieht die Idee von Sertoli, nur mit dem wesentlichen Zusatz, dass die Globuline nicht von vorn herein sauere Eigenschaften besitzen, sondern dieselben erst unter

1) Pflüger hat bekanntlich solche Versuche an Gemischen des normalen Serums mit CNa_2O_3 gemacht und erklärte die negativen Erfolge durch die Vermuthung, dass das Serum zu wenig saure Körper im Vergleich mit den Carbonaten enthält.

dem Einflusse von CO_2 erhalten, indem sie hierbei in eine Art Acidalbumine übergehen. Der Zusatz ist deshalb wesentlich, als man durch denselben für die auf das alkalihaltige Globulin einwirkende CO_2 so zu sagen zwei Angriffspunkte anstatt eines einzigen schafft und mit ihnen zwei Bedingungen, in Folge deren die Schwankungen der einwirkenden CO_2 mit zwei entgegengesetzten Erfolgen beantwortet werden. — Ich meine die Umwandlung der Globuline in eine salzartige Verbindung, welche die CO_2 in um so grösseren oder geringeren Quantitäten bindet, je nach dem der Druck in die Höhe steigt oder sinkt, und die Verstärkung resp. Abschwächung des sauren Charakters in dem Körper, welche die chemische Absorption von CO_2 (natürlich unter übrigen gleichen Bedingungen) zu erniedrigen resp. zu erhöhen strebt.

Die Vorzüge meiner Theorie vor der Sertoli'schen lassen sich erst dann erkennen, wenn man alle die bekannten Erscheinungen der CO_2-Absorption und der CO_2-Ausscheidung [bei dem Auspumpen des Serums] mittelst beider zu erklären versucht — geschweige, dass die verhältnissmässig so grosse chemische Bindung von CO_2 durch das dialysirte Serum und die Unzersetzbarkeit des Natriumcarbonats durch CO_2-freie dialysirte Globuline mit der Sertoli'schen Ansicht ganz unverträglich sind. Von diesen Erscheinungen will ich die Erfolge der Entgasung des Serums und die quantitative Seite der chemischen CO_2-Absorption als Beispiele nehmen. Ihre Analyse ist sogar unentbehrlich, weil man nur auf diesem Wege zu einer klaren Vorstellung über den Zustand der Kohlensäure im Serum gelangen kann.

19. Die Kohlensäure kann bekanntlich aus dem Serum nie vollständig ausgepumpt werden; andererseits sind die unauspumpbaren Reste derselben so gering im Vergleich mit der Menge der Serumalkalien, dass sie nur einen kleinen Theil der letzteren in neutrales Carbonat umwandeln können; drittens ist es aus einem Versuche von Pflüger bekannt, dass vollständig ausgepumptes Serum keine Fähigkeit besitzt CNa_3HO_3 im Vacuo zu zersetzen. Diese Reihe von Thatsachen lässt sich mit der Ansicht von Sertoli nur dann in Einklang setzen, wenn man (wie es übrigens schon von Seite Pflüger's geschehen ist) annimmt, dass die Menge saurer Globuline im Serum nicht hinreicht die hier in Form von Carbonaten befindlichen Alkalien zu zersetzen. Hierdurch ist man genöthigt die CO_2-bindenden Stoffe des Serums in zwei Theile zu zerlegen, nämlich in alkalihaltige Globuline und in die Natriumcarbonate[1]) — eine Complicirtheit,welche, wie ich unten zeigen werde, mit der quantitativen Seite der CO_2-Absorption schwer zu vereinbaren ist und welche bei der von mir vertretenen Ansicht gar nicht existirt.

1) Sertoli gelangte zu dieser Ansicht auf eine andere Weise, indem er nämlich auf Grund seiner Serumaschenanalyse die maximale chemische Absorption von CO_2 auf 100 Ccm. Serum berechnete und die so erhaltene Zahl mit der von Al. Schmidt im Pferdeserum gefundenen CO_2-Menge verglich. Hierbei beging er (natürlich aus Versehen) den Fehler, sein auf 760 Mm. reducirtes CO_2-Volumen mit einem solchen zusammenzustellen, welches auf 1000 Mm. reducirt war. Nur deshalb konnte er zu dem Schlusse kommen, dass schon die Hälfte des Natrons im Serum hinreicht den in dieser Flüssigkeit beobachteten CO_2-Gehalt zu erklären, wenn man nämlich diese Hälfte in $CNaHO_3$ umgewandelt denkt. Uebrigens sind alle seine Vorstellungen über den Zustand der Kohlensäure im Serum sehr unbestimmt da wir zu jener Zeit das Verhalten der Salze mit schwachen Säuren zu CO_2 gar nicht kannten.

Nach meiner Theorie sind nämlich die CO_2-bindenden Stoffe des normalen CO_2-haltigen Serums, als ein Gemisch von Zersetzungsproducten des genuinen Körpers «Globulin + Na_2O» unter dem Einflusse von CO_2 zu betrachten. In diesem gespaltenen dennoch als ein Ganzes bestehenden Complexe ist die Kohlensäure auf zweifache Weise verwendet: einerseits verwandelt sie das Globulin in eine schwache Säure und dadurch den genuinen Körper in eine salzartige Verbindung, andererseits wirkt sie auf das Alkali ein, da es aber jetzt nicht mehr frei ist, so entspricht die letztere Wirkung den bekannten Reactionen der Säuren mit Salzen, worin die freie Säure mit derjenigen des Salzes um die Base rivalisirt, d. h. einen Theil der letzteren dem Salze zu entziehen strebt. Beide Theile des reagirenden (d. h. chemisch absorbirten)Gases, sowohl der säurebildende als der salzzersetzende, müssen ferner im lockeren Zustande sich befinden: ersterer, weil man den Globulinen als Eiweisstoffen nur sehr schwache basische Eigenschaften zumuthen kann; letzterer, weil die Zersetzung des Salzes mit einem Freiwerden der Säure verbunden ist, welche die Kohlensäure in dem gebildeten Carbonate lockert. Beide Theile der Kohlensäure müssen hiermit bei dem Auspumpen des Serums allmälig entweichen, jedoch nicht gleichmässig: je ärmer die Flüssigkeit an CO_2 wird, desto mehr verlieren die Globuline an saurem Charakter, desto stärker wird im Gegentheil die Kohlensäure von Seite des Alkali angezogen. Es muss folglich ein Moment eintreten, wo die Kohlensäure nur durch das letztere fixirt wird; und zwar muss dieser Moment unter übrigen gleichen Bedingungen desto schneller eintreten, je alkalireicher die Globuline sind; darum ist der unauspumpbare Theil der CO_2 im Serum der Pflanzenfresser höher als in demjenigen des Hundes.

Berechnet man mit Hülfe der Zahlen von Bunge für das überschüssige Natron im Serum (siehe oben § 9) die seiner Umwandlung in Bicarbonat entsprechenden Bindungsgrössen von CO_2, so erhält man auf 100 Ccm. Flüssigkeit die in der 1. Spalte der nächst anzuführenden tabellarischen Zusammenstellung befindlichen Zahlen. Die 2. Spalte enthält die von mir bei mittleren und stärkeren CO_2-Spannungen beobachteten chemischen Absorptionsgrössen ebenfalls auf 100 Ccm. Serum. Letztere Zahlen stellen jedoch nicht die ganzen Mengen der im Serum im chemischen Zustande befindlichen CO_2 dar, weil das Serum vor der Absorption noch die s. g. unauspumpbaren Reste des Gases enthielt. Da ich diese Reste nicht bestimmt habe, so entnehme ich (3. Spalte) die totalen Mengen der chemisch gebundenen CO_2 im Serum des Pferde- und Hundeblutes, nachdem die Flüssigkeiten bei 11° C. und 756—758 Mm. CO-Spannung mit CO_2 gesättigt waren, den Versuchen von Zuntz.[1]) Die chemischen Bindungsgrössen berechnete er ganz richtig aus den totalen CO_2-Mengen mittelst des Coëfficienten des Wassers für t=11° C. Die Zusammenstellung der Zahlen von Zuntz mit meinen Absorptionsgrössen gab die Möglichkeit die unauspumpbaren Reste für alle meine Versuche zu berechnen [dieselben sind in der 4 Spalte angeführt]; hieraus bekam ich aber die Möglichkeit die totalen Mengen der chemisch gebundenen CO_2 auch in denjenigen meiner Versuche zu bestimmen, wo die Absorption unter

1) Seine Inauguraldissert., p. 38, №№ d. Vers. 1, 2 u. 4.

40—50 Mm. CO_2-Druck geschah: es müssen hierfür nur zu den von mir für diesen Druck beobachteten Bindungsgrössen (dieselben betragen durchschnittlich $^2/_3$ der den stärkeren Spannungen entsprechenden Bindungsgrössen) die unauspumpbaren Reste hinzuaddirt werden. Diese Zahlen nehmen die letzte Spalte ein[1]).

Serumart.	Die nur theoret. mögl. Meng. d. chem. geb. CO_2 in 100 Ccm. Ser. nach d. Zahlen von Bunge.	Die von Setschenow bei stärkeren CO_2-Spann. beob. chem. Absorptionsgrössen in 100 Ccm. Serum.	Die von Zuntz in einem bei 757 Mm. Spann. mit CO_2 gesätt. Serum gefund. Meng. d chem. abs. CO_2.	Unauspumpbare Reste.	Die Meng. d. ch. geb. CO_2 im Ser., welches mit dies. Gas. bei 40—50 Mm. Spann. gesättigt ist.
Pferdeser.	63 Ccm. CO_2	31 Ccm. CO_2	44 Ccm. CO_2	13 Ccm.	33 Ccm. CO_2
Rinderser.	60 » »	31 » »			
Hundeser.	48 » »	24 » »	27 » »	3 »	19 » »

Sehen wir nun zu, wie diese quantitativen Thatsachen durch die Ansicht von Sertoli zu erklären sind, und zwar wollen wir erst der Einfachheit wegen annehmen, das die CO_2-bindenden Stoffe des Serums in ihrer ideellen genuinen Form [wenn man sich nämlich dieselben als ausserhalb des CO_2-haltigen Mediums des Körpers entstanden denkt] weder überschüssiges Carbonat noch überschüssiges Natron enthalten, so dass die Verbindung «Globulin + Natron» eine Art neutralen Salzes darstellt.

Da nach der Idee von Sertoli CO_2 das von vorn herein saure Globulin nicht angreift, so würde ihre Reaction mit dem genuinen Körper nur in einer Richtung wie mit einem Salze erfolgen: CO_2 würde demselben einen Theil seiner Base zu entreissen streben und zwar einen desto grösseren je schwächer die Globulinsäure ist. Den totalen Mengen von Zuntz entsprechend, würde sie nämlich in allen drei Serumarten mehr wie die Hälfte der Base entziehen, denn die Hälfte des Serumnatrons in $CNaHO_3$ umgewandelt giebt die Zahlen 31, 30 und 24 für die chemische Absorption, während die Zahlen von Zuntz 44 und 27 betragen. Der entzogene Na_2O-Theil würde natürlich noch grösser ausfallen, wenn man sich denkt, dass derselbe in $CNaHO_3$ unvollständig übergeht. Nun ist es leicht an einem Beispiele zu zeigen, wie stark ungefähr die Globulinsäure sein muss. Zu dem Ende wollen wir für einen Augenblick annehmen, dieselbe sei zweibasisch wie Kohlensäure und ebenso stark wie diese. Unter dieser Bedingung würde letztere dem Salze offenbar gerade die Hälfte seiner Base (mit Bildung zweier saurer Salze) entziehen; da sie aber in der Wirklichkeit mehr entzieht, so würde hieraus unvermeidlich folgen, dass die Globulinsäure schwächer ist als Kohlensäure von 758 Mm. Spannung und 15,2° C.

---

1) Eine solche Zusammenstellung eigener Versuche mit denjenigen anderer Beobachter kann beim ersten Anblick willkürlich erscheinen; sie findet jedoch ihre Berechtigung in der aus den Serumaschenanalysen verschiedener Beobachter (C. Schmidt, Sertoli und Bunge) hervorgehenden Constanz des Natrongehaltes im Serum einer und derselben Thierart.

Indem man alle diese Betrachtungen auf das mit CO_2 bei 40—50 Mm. Druck gesättigte Serum überträgt [man betrachte die Zahlen der 1 und 4 Spalte!], kommt man ebenso unvermeidlich zu dem Schlusse, dass die Globulinsäure des Pferdeserums [höchst wahrscheinlich auch diejenige des Kalbserums] schwächer ist als die Kohlensäure von 40 Mm. Spannung und 15,2° C.; während diejenige des Hundeserums umgekehrt etwas stärker ist.

Diese Schlüsse können jedoch nur so lange bestehen, als man die CO_2-bindenden Substanzen des Serums, der Ansicht von Sertoli entgegen, nur aus Globulin + Natron bestehend denkt. So wie diesem Körper noch das Natriumcarbonat als genuiner Theil beigesetzt wird, nehmen die Absorptionsverhältnisse eine andere Gestalt an, weil jetzt die CO_2-bindenden Stoffe in zwei Theile zerfallen, welche mit CO_2 getrennt von einander und auf eine ganz verschiedene Weise reagiren: CNa_2O_3 ganz unabhängig vom Drucke der CO_2 und Alkaliglobulin auf die oben geschilderte Weise. Dank solcher Unabhängigkeit beider Reactionen ist es auch jetzt möglich über den Zustand der absorbirten CO_2 zu urtheilen, wenn die Menge des Natriumcarbonats bekannt ist. Als Beispiel will ich den wahrscheinlichsten Fall betrachten, wo die Kohlensäure des genuinen Carbonats durch die unauspumpbaren Reste dieses Gases repräsentirt ist. Unter dieser Voraussetzung könnte der höchste mögliche CO_2-Gehalt der Globuline, im Pferdeserum 37 Ccm. CO_2 ($63-13\times2$), im Hundeserum 42 Ccm. CO_2 ($48-3\times2$) — und die von denselben bei 757 Mm. Dr. wirklich gebundenen CO_2-Mengen im Pferdeserum nur 18 Ccm. ($44-13\times2$), im Hundeserum 21 Ccm. ($27-3\times1$), d. h. gerade die Hälfte der obigen Zahlen betragen. Die Globulinsäuren würden mit anderen Worten in beiden Serumarten gleich stark sein, und zwar dieselbe Stärke wie Kohlensäure von 757 Mm. Spannung und 15,2° C. besitzen. Berechnet man jedoch auf dieselbe Weise die bei den Spannungen von 40—50 Mm. mit Globulinen reagirenden CO_2-Mengen, so ergiebt sich folgendes: im Pferdeserum entzieht die Kohlensäure dem Globulinsalze weniger wie $^1/_5$ seiner Base, nämlich $^7/_{37}$, während im Hundeserum dieses Verhältniss beinahe $^1/_3$ beträgt, nämlich $^{13}/_{42}$. — Offenbar ein Unsinn! — Bei der Absorption unter stärkeren Druckhöhen erweisen sich zwei Säuren ihrer Reactionen nach einander gleich, und bei der Absorption unter niedrigeren Spannungen erweist sich die eine viel stärker als die andere!

Folglich ist die Sertoli'sche Ansicht, nach welcher die Serumalkalien nur zum Theil an Globuline gebundeu sein müssen, mit den Erscheinungen der CO_2-Absorption eigentlich unvereinbar. In der oben dargebrachten einfacheren Form könnte sie dieselben allerdings erklärlich machen; dann würde aber die Existenz der unauspumpbaren CO_2 im Serum unerklärlich bleiben; denn so wie man sich die Globuline von vorn herein als schwache Säure denkt, müssen dieselben die Carbonate im Vacuo bis zu den letzten Spuren zersetzen, wie es z. B. an den Gemischen CNa_2O_3 mit Haemoglobin der Fall ist. Die Existenz der unauspumpbaren CO_2 wird erst dann verständlich, wenn man sich die saure Hälfte der Verbindung «Globulin + Natron» als eine bei dem Auspumpen schwächer und schwächer werdende Säure denkt — eine Vorstellung, welche gerade in meiner Hypothese enthalten ist, da sie an die Stelle der «Globulinsäure» «Carbo-Globulinsäure» setzt.

Als letzte Stütze für meine Hypothese kann ich die im zweiten Theile dieser Abhandlung streng bewiesene Thatsache anführen, dass die Blutkörperchenstoffe ein dieser Ansicht entsprechendes Verhalten gegen CO_2 zeigen, — Stoffe, welche doch sicher mehr oder weniger direct mit den Globulinen des Serums im genetischen Zusammenhange stehen.

II.

Versuche an den rothen Blutkörperchen.

20. Das Verhalten der rothen Blutkörperchen zu CO_2 ist in allen wesentlichen Zügen allgemein bekannt. Man weiss, dass sie dieses Gas bedeutend lockerer als das Serum absorbiren; dass ein Theil des Gases von ihnen dennoch chemisch gebunden ist (Al. Schmidt und Zuntz); das die chemischen Absorptionsgrössen vom Drucke abhängig sind (Zuntz); dass endlich den Blutkörperchenstoffen sauere Eigenschaften zukommen, indem dieselben CNa_2O_3 im Vacuo zu zersetzen im Stande sind (Pflüger). Es folgt schon hieraus, dass meine jetzige Aufgabe eigentlich viel einfacher als die vorherige ist; um so mehr, wenn man den Umstand in Betracht zieht, dass die Blutkörperchen im Grunde viel einfacher, namentlich in Bezug auf die CO_2-bindenden Stoffe, als das Serum zusammengesetzt sind: — es genügt in der That einen einzigen Absorptionsversuch mit reiner Haemoglobinlösung anzustellen, um die Ueberzeugung zu erhalten, dass die überwiegende Rolle bei der CO_2-Absorption nur diesem Körper angehören kann. Derselbe lässt sich allerdings in seinem natürlichen Zustande nicht rein darstellen, da es bis jetzt unmöglich ist die Blutkörperchen sogar von Serum, geschweige von solchen Bestandtheilen wie die Stoffe des Stroma, Cholesterin und Lecithin zu reinigen; — man ist mit anderen Worten genöthigt entweder nur Lösungen des reinen aber veränderten (alkalifreien) Haemoglobins zu gebrauchen, oder an höchst complicirten Gemischen von Stoffen zu arbeiten. Alle diese Uebelstände mit den aus denselben entstehenden Fehlern verschwinden jedoch vor dem Umfange der CO_2-Absorption durch das Blutroth in solchem Maasse, dass es unlogisch wäre auf die Versuche mit unreinen Blutkörperchenlösungen zu verzichten wegen der Unmöglichkeit dieselbe zu reinigen. Aus diesem Grunde habe ich meine Versuche sowohl an solchen unreinen Flüssigkeiten, welche für mich als Aequivalente des unveränderten (alkalihaltigen) Blutfarbstoffes galten, als an Hoemoglobinlösungen angestellt.

Die Flüssigkeiten ersterer Art, welche ich kurzweg *aufgelöstes Cruor* nennen werde, wurden aus den zerdrückten Blutcoagulis mittelst wiederholten Zufrierens und Aufthauens des dicken durch das Mousselin filtrirten Cruors bereitet. Pferdeblut liess ich zu demselben Zwecke im defibrinirten Zustande Paar Tage im Eis stehen und gebrauchte den ganzen Bodensatz mit Ausnahme der obersten Schichten, welche die weissen Blutkörperchen enthalten. Es ist kaum nöthig zu sagen, dass nur das auf diese Weise bereitete Pferdecruor so-

weit rein vom Serum ist, dass es den Namen einer Blutkörperchenlösung verdient; auch sind die meisten entscheidenden Versuche an dieser Cruorart angestellt.

Wenn man verdicktes Pferde- oder Hundecruor 4—5 Mal zufrieren und aufthauen lässt, so gelingt es eine reiche Krystallisation von Haemoglobin zu erhalten. Der am Boden sich sammelnde krystallinische Brei wurde ebenfalls zu den Versuchen und zwar ohne Wasserzusätze unter dem Namen *des crystallisirten Cruors* gebraucht. Dieselben krystallinischen Niederschläge mit weingeisthaltigem Wasser gewaschen bildeten endlich das Material zur Bereitung der Haemoglobinlösungen.

Der Veränderlichkeit der Blutkörperchenstoffe konnte nur ein möglichst rasches Bereiten der Flüssigkeiten bei stetigem Aufbewahren derselben im Eis oder sogar im zugefrorenen Zustande entgegengesetzt werden. Da wo es möglich war, erwiesen sich die Mittel als genügend: im zugefrorenen Zustande halten sich die Blutlösungen unbestimmt lange ohne Veränderung; beim Stehen im Eis ist das Sinken der chemischen Absorptionsgrössen erst am dritten Tage merklich, aber auch jetzt nicht stark. In allen Fällen, wo es auf die quantitative Seite der Absorptionserscheinungen ankam, hielt ich die Flüssigkeiten im zugefrorenen Zustande.

Am meisten hatte ich mit dem wahren Lösungscoëfficienten des Cruors zu schaffen. Direct aus den Versuchen liess er sich nicht ableiten, weil ein ziemlich bedeutender Theil der durch die Blutkörperchenstoffe chemisch gebundenen CO_2 vom Drucke abhängig ist und in Folge dessen die aus den totalen Absorptionsgrössen sich ergebenden Lösungscoëfficienten diejenigen des Wassers für die entsprechenden Temperaturen um vieles übertreffen. Diese konnten offenbar für die wahren Coefficienten nicht genommen werden. Das Verfahren, dieselben aus der Zusammenstellung zweier totalen Absorptionsgrössen in zwei Versuchen an einer und derselben Flüssigkeit verschiedener und bekannter Concentration, wenn zudem der den beiden Bestimmungen entsprechende Druck gleich gross ist, konnte ebenfalls nicht benutzt werden, weil dieses Verfahren nur da anwendbar ist, wo man voraus weiss, dass der Lösungscoëfficient demjenigen des Wassers für die entsprechende Temperatur sehr nahe liegt und wo man zu gleicher Zeit vermuthen darf, dass die Verdünnung der Flüssigkeit mit Wasser keine Aenderung in dem chemischen Bindungsvermögen der letzteren hervorbringt. Absorptionsversuche am angesäuerten Cruor konnten endlich am wenigsten benutzt werden, weil die genaue Neutralisation einer so dicken Flüssigkeit wie meine Cruorlösungen rein unmöglich ist. Lange Zeit war ich in Verlegenheit wie man zur Bestimmung dieser bei den Absorptionsversuchen unentbehrlichen Grösse gelangen kann, bis mich endlich ein Zufall auf den richtigen Weg brachte.

Gezwungen wie ich war zu meinen Versuchen Blutcruor anstatt reiner Blutkörperchenlösungen zu verwenden, wollte ich die hieraus in Bezug auf die Absorption von CO_2 entstehenden Fehlergrössen wenigstens annähernd bestimmen; und entschloss mich zu dem Ende auf eine Reihe von Absorptionsversuchen an Gemischen des Cruors mit stetig abnehmenden Mengen von Serum. Ich wollte nämlich bestimmen, bei welchen Procenten des letzteren die to-

talen Absorptionsgrössen keine Aenderung mehr erleiden. Glücklicherweise wurden den zwei ersten solchen Versuchen (siehe unten NN 67 und 68) absorptiometrische Bestimmungen sowohl am Serum (N 66) als am Cruor (N 69) beigefügt, denn gerade dadurch war es mir möglich zu dem wahren Lösungscoëfficienten des Cruors zu gelangen. Um die Absorptionsgrössen aller 4 Versuche untereinander vergleichbar zu machen suchte ich den Absorptionsdruck überall gleich zu machen und dieses ist mir in Bezug auf den zweiten Absorptionsdruck in allen 4 Versuchen, in Bezug auf den dritten in Versuch. 67 und 68 sehr gut gelungen. Nebst dieser 4 Versuche, welche die Auffindung des Lösungscoëfficienten ermöglichen, führe ich weitere Bestimmungen an, welche die Gränze des Serumgehaltes im Cruor angeben, von welcher an die Absorptionsgrössen constant bleiben.

№	Name.	V	t	p	A	Aus A berechn. Lösungscoëff.	Wahr. Lösungscoëff.	VX
66	Hundeserum	45,21	15,2° C.	592,54 711,93 829,93	37,002 42,496 47,830	1,01 0,999	0,999	10,22 Ccm. 10,31 » 10,31 »
67	1 Vol. Hundecruor + 4 Vol. Hundeser.	45,21	15,2° C.	554,44 715,72 816,16	43,853 51,564 56,290	1,057 1,034	0,999	19,79 » 19,21 » 19,37 »
68	1 Vol. Hundecruor + 2 Vol. Hundeser.	45,21	15,2° C.	546,47 713,43 814,48	46,582 56,922 61,838	1,37 1,076	0,999	21,88 » 24,68 » 24,93 »
69	Reines Cruor	45,21	15,2° C.	476,45 711,84	55,248 68,272	1,224	0,999	33,72 » 36,10 »
70	7 Vol. Pferdecruor + 1 Vol. Pferdeser.	50,179	15,2° C.	388,71 498,67	61,413 68,929	1,36	0,999	41,91 » 43,91 »
71	15 Vol. Pferdecruor + 1 Vol. Pferdeser.	50,179	15,2° C.	385,87 500,07	61,547 68,861	1,27	0,999	42,18 » 43,76 »

In dem ersten dieser Versuche kann die wahre chemische Bindungsgrösse sogleich gefunden werden, weil der wahre Lösungscoëfficient des Serums uns aus dem Früheren bekannt ist und dem aus A_2 und A_3 des Versuchs 66 berechneten sehr nahe steht. Die numerischen Werthe von VX sind auch in diesem Vers. mittelst $y=0{,}999$ ausgerechnet.

Von den übrigen chemischen Bindungsgrössen wollen wir einstweilen abstrahiren und für einen Augenblick annehmen, die Lösungscoëfficienten seien überall gleich. Unter solcher Voraussetzung würden die den gleichen Druckhöhen entsprechenden totalen Absorptionsgrössen offenbar nur um die chemisch gebundenen CO_2-Mengen von einander differiren können, und dem entsprechend:

die Differenzen $A_2 - A_2 = 9{,}07$ in Versuch. 67 und 66
» » $A_2 - A_2 = 14{,}42$ » » 68 » 66
» » $A_2 - A_2 = 25{,}77$ » » 69 » 66

die Ueberschüsse der chemischen Bindung in Vers. 67, 68 und 69 gegen diejenige des Vers. 66 mit Serum darstellen. Letztere Grösse beträgt aber 10,3 Ccm., folglich müssten die dem zweiten Absorptionsdruck entsprechenden chemischen Bindungsgrössen der Reihe nach den Zahlen

10,31
19,38
24,73
36,08

gleich sein. Ist nun unsere Voraussetzung richtig, so müssen die aus den totalen Absorptionsgrössen der Vers. 67, 68 und 69 mittelst des Coëfficienten 0,999 ausgerechneten Grössen mit den soeben angeführten Zahlen übereinstimmen, und dieses ist in der That der Fall, indem die auf diese Weise ausgerechneten Grössen den Zahlen

19,21
24,68
36,10

gleich sind.

Der Lösungscoëfficient des Cruors ist demnach demjenigen des Serums ziemlich gleich.

Aus diesem Grunde ist derselbe in allen später anzuführenden Versuchen gleich demjenigen des Wassers für die entsprechende Temperatur multiplicirt mit 0,999 angenommen worden.

Versuche 66—69 zeigen weiter an, dass das Cruor um so mehr CO_2 chemisch absorbirt, je reiner es von Serum ist, und zwar hängt von dieser Beimischung nicht nur die quantitative Seite, sondern auch der allgemeine Charakter der CO_2-Absorption ab. So ist in Bezug auf das Anwachsen der chemischen Bindungsgrössen mit Verstärkung des Druckes der Vers. 67 noch dem Versuche 66 am reinen Serum ähnlich, während der nächstfolgende Versuch 68 demjenigen am reinen Cruor angestellten ganz gleich aussieht.

Hieraus ist zu schliessen, dass *in allen später anzuführenden Versuchen am verdickten Cruor* [welches doch sicher weniger Serum als das künstliche Gemisch des Versuches 68 enthält!] *der den Blutkörperchenstoffen eigene absorptiometrische Character richtig wiedergegeben ist.*

Zu den zwei letzten Versuchen 70 und 71 wurde solches Pferdeblut angewandt, in welchem, nachdem es zwei Tage lang im Eis gestanden hatte, das Volumen der Blutkörperchen 37 % betrug. Das verdickte Cruor enthielt mit anderen Worten ungefähr $^1/_{10}$ seines Volumens Serum. Weitere Zusätze des letzteren im Betrage von $^1/_8$ und $^1/_{16}$ Vol. ergaben

keinen merklichen Unterschied in den Absorptionsgrössen von CO_2. Folglich kann man als Regel annehmen, dass *so wie die Mengen des dem Cruor beigemischten Serums weniger als $^1/_4$ Vol. des Cruors betragen, die CO_2-Absorption auch in quantitativer Beziehung beinahe unverändert bleibt.*

21. Indem ich nun zu den Absorptionserscheinungen an den Cruor- und Haemoglobinlösungen übergehe, brauche ich kaum zu wiederholen, dass ich bei diesen Versuchen nicht soviel die quantitative Seite der Erscheinungen als den allgemeinen Charakter der CO_2-Absorption und zwar im Vergleich mit demjenigen des Serums im Auge hatte. Dem entsprechend enthält die nächstanzuführende Tab. IV nur 2 Rubriken: Einfluss des Druckes und Einfluss der Temperatur. Alle chemischen Bindungsgrössen sind mittelst der wahren (in der Tab. nicht angeführten) Lösungscoëfficienten ausgerechnet, während sub *Y* diejenigen angeführt sind, welche sich aus den beobachteten totalen Absorptionsgrössen sich ergeben. Alles übrige ist wie in den früheren Tabellen.

Tab. IV.

Einfluss des Druckes.

№	Name.	*V*	*t*	*p*	*A*	*Y*	*VX*	Chem. Bind. auf 100 Ccm. Flüss.
72	Kalbscruor	53,15	15,2° C.	471,13	55,995	1,229	30,95	58,23 Ccm.
				598,30	64,306	1,197	32,50	61,15 »
				675,60	69,225		33,32	62,69 »
73	»	»	»	11,65	13,16		12,54	23,59 »
69	Aufgel. Hundecruor	45,21	15,2° C.	476,45	55,248	1,224	33,72	74,5 »
				711,84	68,272		36,10	81,7 »
74	Sehr dickes Hundecruor	»	»	41,44	20,475		18,6	41,1 »
75	Hundehaemogl. mit weingeisthalt. Wasser gewasch.	45,21	15,2° C.	549,03	42,227	1,080	17,40	38,4 »
				644,77	46,903	1,066	17,75	39,2 »
				773,95	53,128		18,12	40,08 »
76	Dieselbe Lösung	»	»	101,00	14,502	2,438	9,94	21,98 »
				106,98	15,161		10,33	22,85 »
77	Pferdehaemogl. mit weingeisthalt. Wasser gewasch.	53,15	16,6° C.	420,82	61,513	1,336	40,10	75,74 »
				542,29	70,137		42,46	79,88 »
78	Krystallis. Pferdecruor	53,15	16,8° C.	348,79	69,130	1,567	51,35	96,61 »
				401,60	73,556	1,467	53,08	99,86 »
				450,00	77,332		54,39	102,33 »

№	Name.	V	t	p	A	Y	VX	Chem. Bind. auf 100 Ccm. Flüss.	
79	Ungewasch. Pferde-haemoglobinkryst. ohne Wasserzusatz.	53,15	16,8° C.	321,61	73,340	1,264	56,948	107,13	»
				362,99	76,120	2,038	57,619	108,64	»
				419,36	82,227		60,852	114,49	»
	Einfluss der Temperatur.								
80	Aufgel. Hunde-cruor	50,179	37°–37,5° C.	49,20	17,676		16,27	32,4	»
			17°	23,97	19,543		18,39	36,6	»
81	Aufgel. Hunde-cruor	50,179	37°–37,5° C.	403,33	43,745	1,385	32,41	64,5	»
				454,00	47,267	1,000	34,51	68,7	»
				514,61	50,309		35,84	70,7	»
82	Dasselbe Cruor	50,179	37°–37,5° C.	513,34	49,937	2,373	35,51	70,68	»
				566,51	56,271	1,085	40,36	80,31	»
				650,97	60,873		42,58	84,71	»
	Frisches noch warmes defibrinirtes Blut[1]).								
83	Kalbsblut	49,65	15,2° C.	291,61	59,642	1,52	45,16	69,8	»
				333,80	62,827	1,35	46,25	71,48	»
				361,23	64,667		46,72	72,21	»
84	Hundeblut	49,65	15,2° C.	319,28	50,388	4,32	34,53	57,55	»
				359,68	59,058	1,25	41,19	68,65	»
				409,05	62,145		41,83	69,71	»

22. Abstrahirt man von den absoluten Grössen der chemischen Bindung von CO_2 sowohl bei mittleren als bei schwächeren Druckhöhen, so erweisen sich Cruor- und Haemoglobinlösungen in ihrem Verhalten gegen die Kohlensäure einander ähnlich oder sogar vollkommen gleich. Berücksichtigt man andererseits den Umstand, dass frisches defibrinirtes Blut ein ebensolches Verhalten gegen die CO_2 zeigt (Vers. 83 und 84), so ist kein Zweifel möglich, dass man mit *normalen* Eigenschaften der Blutkörperchenstoffe zu thun hat.

Die Zusammenstellung der Absorptionserscheinungen an den Blutkörperchenstoffen mit denjenigen am Serum ergiebt Folgendes:

1) In concentrirten Lösungen absorbiren die ersteren die CO_2 in viel grösseren Quantitäten als das Serum, und dieser Ueberschuss fällt ausschliesslich auf den chemisch gebundenen Theil des Gases, weil die wahren Lösungscoëfficienten in beiden Flüssigkeiten einander gleich sind.

1) In diesen beiden Versuchen wurden die Wasserverluste in Folge des Auspumpens nicht compensirt, so dass im Versuche 83 49,65 Ccm. Flüss. eigentlich 64,7 Ccm. Blut, und im Vers. 84 dasselbe Volumen 60 Ccm. Blut entsprechen; diese Verminderung der Volumina wurde bei der Ausrechnung der chemischen Bindungsgrössen auf 100 Ccm. Blut berücksichtigt.

2) Nicht minder scharf unterscheiden sich das Serum und die Körperchenstoffe in Bezug auf diejenigen Lösungscoëfficienten, welche sich aus den totalen Absorptionsgrössen ableiten lassen, d. h. in Bezug auf die numerischen Werthe von Y. Im Serum waren dies constante Grössen und übertrafen die Lösungscoëfficienten des Wassers für die entsprechenden Temperaturen höchst wenig, während sie hier mit der Stärke der chemischen Absorption Hand in Hand gehen (je grösser VX, desto grösser auch Y) und die Lösungscoëfficienten des Wassers für die entsprechenden Temperaturen um vieles übertreffen.

3) Einen nicht weniger frappanten Unterschied zeigen ferner die chemischen Absorptionsgrössen in ihrer Abhängigkeit vom Druck. Während im Serum diese Grössen bei mittleren CO_2-Spannungen beinahe constant bleiben, zeigen sie in den Versuchen an den Blutkörperchen noch sehr deutliche Schwankungen; und zwar geht diese Abhängigkeit vom Druck mit der Stärke der CO_2-Absorption ebenfalls Hand in Hand.

4) Sehr eigenthümlich gestaltet sich endlich der Einfluss der Temperatur, indem durch ihre Erhöhung nicht so viel die absolute Grösse der chemischen Bindung als ihre Stärke geändert wird. Stellt man in der That in den Vers. 81 und 82 die numerischen Werthe von A mit den zugehörigen Werthen von p zusammen, so erweisen sich beide beinahe proportional. Die Kohlensäure ist mit anderen Worten in dem auf die Körpertemperatur erwärmten Cruor so locker gebunden, als befände sich beinahe ihre ganze Menge in rein aufgelöstem Zustande.

Somit kann ich die von Zuntz entdeckte Thatsache nur bestätigen:

die Blutkörperchenstoffe binden die Kohlensäure in der That in viel grösseren Mengen und viel lockerer als das Serum.

Ausser diesen Thatsachen enthält die Tabelle noch ein höchst wichtiges Factum, welches ich jedoch erst später besprechen werde. Jetzt wende ich mich aber zu der Frage, ob die die Kohlensäure bindenden Stoffe der Blutkörperchen, welche in den nicht krystallisirten Cruorlösungen enthalten sind, als salzartige Verbindungen betrachtet werden können. Die Entscheidung dieser aus der Pflüger'schen Schule stammenden Frage ist insofern wichtig, als eine bejahende Antwort darauf alle die bis jetzt dargebrachten Thatsachen am einfachsten erklären und hiermit alle weiteren Versuche unnöthig machen würde.

23. Die Blutkörperchen enthalten in der That nebst Haemoglobin mit seinen Eigenschaften schwacher Säure überschüssige Alkalien; und die Menge der letzteren, Dank den Analysen von Bunge[1]), lässt sich leicht bestimmen. Bei der nächstfolgenden Umrechnung seiner Zahlen habe ich weder Phosphor- noch Schwefelsäure in Betracht gezogen, folglich sind die Mengen der überschüssigen Akalien etwas höher ausgefallen, als sie eigentlich sind. Es enthalten nach Bunge.

	K_2O	Na_2O	Cl	Uebersch. K_2O	Uebersch. Na_2O
100 gr. Blutkörp. d. Pferdebl.	0,492	0	0,193;	0,2364	0
» — » Ochsenbl.	0,0747	0,2093	0,1635;	oder 0,0747	0,06669
» — » Hundebl.	0,025	0,3299	0,224;	0,025	0,1344

1) l. c.

Denkt man sich, die ganze Menge der überschüssigen Alkalien umwandle sich bei der Absorption von CO_2 in saures Carbonat, so würden:

100 gr. Blutkörp. d. Pferdebl. — 85 Ccm. CO_2 (bei 0° u. 1 M. Dr. gemess.) chemisch absorbir.
» — Ochsenbl. — 64 » — » — — »
» — Hundebl. — 82 » — » — — »

Nimmt man weiter an, das specif. Gew. der Blutkörperchen sei durchschnittlich = 1,11;[1]) so würde man auf 100 Ccm. Blutkörperchen der Reihe nach: 94 Ccm., 70 Ccm. und 91 Ccm. CO_2 erhalten, während die an den unkrystallisirten Cruorlösungen wirklich beobachteten chemischen Bindungsgrössen (in den Vers. 71, 72 und 82) 87 Ccm., 62 Ccm. und 84 Ccm. betragen.

Die von Cruorlösungen chemisch absorbirten CO_2-Mengen entsprechen also beinahe einer vollständigen Umwandlung der Blutkörperchenalkalien in saure Carbonate.

Diese Thatsache liefert nun einen sehr strengen Beweis gegen die Idee der Pflügerschen Schule ab.

In der That, wenn wir oben die Voraussetzung gemacht haben, dass die überschüssigen Alkalien der Blutkörperchen sich bei der Absorption von CO_2 in saure Carbonate umwandeln, setzten wir stillschweigend voraus, dass die Alkalien eigentlich ganz frei sind; während sie in der Wirklichkeit an das Haemoglobin gebunden sein müssen. Die Haemoglobinsäure würde mit anderen Worten so schwach sein, dass ihr die Base von CO_2 beinahe vollständig entzogen wäre. Man könnte allerdings etwas Gewicht darauf legen, dass diese Entziehung doch keine vollständige ist, dass folglich die Stärke der Säure, an welche die Alkalien in Cruorlösungen gebunden sind, nicht Null ist; wie würde man aber alsdann alle die Zeichen des lockeren Gebundenseins von CO_2 in den Blutkörperchen erklären? In den mit CO_2 gesättigten concentrirten $C_2NaH_3O_2$-Lösungen befindet sich der chemisch gebundene Theil von CO_2 in einem ebenso lockeren Zustande wie im Cruor; dort hat man aber zur Erklärung dieser Thatsache die durch CO_2 und Wasser in Freiheit gesetzte Essigsäure; und im Cruor sollten dieselben Erfolge durch das Freiwerden einer Säure bedingt sein, deren Stärke beinahe Null ist!

23. Dieselbe Idee gewinnt hingegen sogleich an Wahrscheinlichkeit, sowie man ihr den Zusatz macht, dass an der chemischen Absorption von CO_2 durch die Blutkörperchen noch die Zersetzung des Haemoglobins durch CO_2 mit im Spiele ist. Zu Gunsten dieser Vermuthung kann ich schlagende Versuche mit der Ansäuerung des Cruors anführen, welche ich noch im Anfange dieser Untersuchung und zwar in der Hoffnung anstellte den wahren Lösungscoëfficienten des Cruors zu finden.

Zur Bereitung der Cruorlösung benutzte ich in diesen Versuchen den ganzen Blutkörperchenabsatz aus 1000 Ccm. Pferdeblut, welcher dem Volumen nach 40 % betrug, und

1) Diese Zahl entspricht der Annahme, dass in 100 Vol. Blut von 1,055 sp. Gew. die Blutkörperchen 30 Vol. einnehmen und dass das sp. Gew. des Serums 1,03 gleich ist.

somit etwas weniger Alkalien (wegen der Verunreinigung mit alkaliärmerem Serum) als reine Blutkörperchenlösungen enthielt. In dem Absorptionsversuche vor der Ansäuerung (siehe unten N 85) wurde die dritte chemische Absorptionsgrösse mittelst des kleineren *Y* ($Y=1{,}191$) gleich 32 Ccm. CO_2 (auf 0° und 1 M. red.) auf 45,62 Ccm. Cruor ausgerechnet. Die zweite Portion desselben Cruors wurde hierauf mit der der chemisch absorbirten CO_2 aequivalenten Menge Schwefelsäure [etwas über 37 Ccm. $^1/_{10}$ normalen SH_2O_4-Lösung auf 45,62 Ccm. Cruor] unter starkem Umrühren der Flüssigkeit angesäuert. Bei dem Säureeingiessen verdickte sich stellenweise das Cruor in rothbraune Klumpen, sie verschwanden jedoch mit dem Fortschreiten des Auspumpens gänzlich, so dass nach Beendigung dieser Operation die Flüssigkeit vollkommen gleichmässig war und alle die dem ausgepumpten normalen Blute eigenen Charaktere darbot. Bei dem Absorptionsversuche (N 86) erwies sich die Ansäuerung ungenügend: die 3. mit dem 2. *Y* ausgerechnete chemische Bindungsgrösse betrug 10 Ccm. CO_2, d. h. fast $^1/_3$ der vorherigen Absorptionsgrösse. Aus diesem Grunde wurde die dritte Portion des Cruors mit anderthalb soviel Säure wie in dem Vers. 86 versetzt; und nun verschwand die chemische Bindung von CO_2 beinahe gänzlich (Vers. 87). Am nächsten Tage wurde der Vers. 87 nochmals und zwar mit demselben Erfolge wiederholt (N 88).

№	Name.	*V*	*t*	*p*	*A*	*Y*	*VX*
85	Pferdecruor vor der Ansäuerung	45,62	15,2° C.	449,79 520,11 632,02	56,024 59,845 66,445	1,191 1,293	32,11
86	Dasselbe Cruor ungen. angesäuert	»	»	577,25 652,06 775,75	38,606 42,354 48,445	1,098 1,079	10,25
87	Anderthalb so viel Säure	»	»	625,45 694,07 808,28	31,721 34,945 40,341	1,029 1,035	2,09
88	Wiederholung d. Vers. 87	»	»	622,80 691,41 808,33	31,812 35,088 40,499	1,046 1,008	3,27

Wollte man in diesen Versuchen die Abnahme der chemischen Bindungsgrössen nur als Folge der Neutralisation von Alkali betrachten, so würde die erste ungenügende Ansäuerung einer Neutralisation von 0,172 gr. K_2O auf 45,62 Ccm. Cruor, die zweite einer Neutralisation von 0,258 gr. K_2O auf dasselbe Vol. Flüssigkeit entsprechen; und da durch letztere die chemische Bindung nicht ganz vernichtet war, so würde bei solcher Auffassungsweise der Alkaligehalt im Cruor 0,565 gr. K_2O auf 100 Ccm. Flüssigkeit übertreffen! Die zugesetzte Säuremenge war offenbar zu gross um nur K_2O zu neutralisiren — sie müsste augenscheinlich noch andere chemische Umsetzungen verrichtet haben.

Diese im rein chemischen Sinne zu eruiren ist mir, wegen der Vergänglichkeit des im angesäuerten Cruor sich bildenden krystallinischen Körpers allerdings nicht gelungen; die äusseren Merkmale desselben sind jedoch solcher Art, dass man keinen Augenblick an einer gründlichen Umänderung des Haemoglobins, und zwar nicht im Sinne seiner Spaltung in Haematin und Albuminstoff, zweifeln kann. Nur muss man bei der Operation der Ansäuerung auf die gleich zu beschreibende Weise verfahren.

Nimmt man zu den Versuchen dickes aufgelöstes oder auch krystallisirtes Pferdecruor, welches bei der Zimmertemperatur durchschnittlich 100 Ccm. CO_2 (auf 0° und 1 M. red.) auf 100 Ccm. Flüssigkeit chemisch absorbirt, so muss dasselbe wenigstens (eher etwas mehr) mit der dieser Bindungsgrösse aequivalenten Menge Schwefelsäure versetzt werden.[1]) Die Ansäuerung muss in demselben Gefässe geschehen, in welchem das Cruor nachher ausgepumpt wird. Die Säure ist im diluirten Zustande zu gebrauchen und muss bei starkem Umrühren oder Schütteln des Cruors in raschen Tropfen zugesetzt werden. Nach Beendigung der Ansäuerung bietet die Flüssigkeit alle üblichen Zeichen der Zersetzung des Blutroths in Haematin dar, indem sie in gelatinöse Klumpen von braunröthlicher Färbung sich verdickt. *Alle diese Zeichen verschwinden jedoch gänzlich, wenn die Flüssigkeit gleich nach dem Ansäuern ausgepumpt wird.* Im entgasten Zustande sieht dieselbe ganz wie normales von Gasen befreites Cruor aus; erweist sich sogar viel dünnflüssiger als sie vor dem Ansäuern war; filtrirt durch das Papier gewöhnlich wie Wasser; zeigt bei der spectroscopischen Untersuchung Oxyhaemoglobinstreifen, und krystallisirt bei gewöhnlicher Temperatur in sehr dünnen, grüngefärbten (im durchfallenden Licht), rhombischen Tafeln, welche in makroscopischen Haufen eine ziegelrothe Färbung besitzen. Nicht selten beginnt die Krystallisation schon bei dem Filtriren der Flüssigkeit gleich nach dem Auspumpen, wobei die Krystalle sich an der Oberfläche in Form von Häutchen bilden. Unter dem Mikroscope mit Wasser versetzt zersetzten sie sich sehr rasch und hinterlassen eine flockige Masse. In eiskaltem Wasser sind die Krystalle sehr wenig löslich und halten sich Minutenlang unzersetzt auf.

Nach allen diesen Merkmalen zu urtheilen, das indifferente Verhalten des angesäuerten Cruors zu CO_2 mitgerechnet (und zwar im Gegensatz zu den unveränderten Haemoglobinlösungen!) hat man unzweifelhaft mit einer Umsetzung des normalen Haemoglobins zu thun, welche jedoch viel schwächer als die bekannte Spaltung dieses Körpers unter dem Einflusse der Säuren ist, und als solche auch der Kohlensäure zugemuthet werden könnte. In letzterer Beziehung besitze ich übrigens eine alte Beobachtung,[2]) welche jeden Zweifel

1) Auf 100 Ccm. solchen Cruors nahm ich gewöhnlich 12 Ccm. normaler SH_2O_4-Lösung (49 gr. auf 1 Lit.) und verdünnte sie mit einem 4-fachen Volumen Wasser.

2) Setschenow, Ueb. d. Absorptiometrie in Pfl. Arch. Bd. VIII. — Bei dieser Gelegenheit muss ich einer in dieser Abhandlung richtig beobachteten, aber falsch interpretirten Thatsache bezüglich der Einwirkung von CO_2 auf das chemische Absorptionsvermögen des Cruors erwähnen, um so mehr als die Interpretation in einige von den neuesten Lehrbüchern der Physiologie übergangen ist. Die Versuche 16 und 22, 23 und 24 [l. c. pp. 27 u. 28) haben nämlich nur gezeigt, dass in verdünnten Cruorlösungen, nachdem sie mit comprimirter CO_2 gesättigt und vom Niederschlage abfiltrirt waren, die aus den totalen Absorptionsgrössen sich ergebenden Lösungscoëfficienten an Grösse stark abnehmen. Da mir aber

ausschliesst, indem sie nämlich zeigt, dass man an verdünnten Blutlösungen mittelst comprimirter (zu 2 Atmosph.) CO_2 absolut dasselbe erzielen kann (bierähnliche Färbung und Bildung eines Niederschlages), was durch die Einwirkung der stärkeren Säuren im verdünn-Zustande sich erreichen lässt; mit dem einzigen Unterschiede jedoch, dass die Umänderungen des Haemoglobins unter dem Einflusse von CO_2, wegen der Flüchtigkeit und Schwäche dieser Säure nicht dauerhaft sind und unter geeigneten Bedingungen (z. B. bei der Entgasung der Flüssigkeit) leicht verschwinden. Jedenfalls bürgt diese Analogie dafür, dass

die Kohlensäure bei ihrer Absorption durch Cruorlösungen das Haemoglobin zersetzt und dass diese Wirkung mit derjenigen der Schwefelsäure im Grunde identisch ist.

Sie wirkt allerdings schwächer als SH_2O_4, denn die zweite Neutralisation des Cruors im Vers. 87 entspricht einer chemischen Absorption von 48 Ccm. CO_2, während die wahre chemische Bindungsgrösse des nicht angesäuerten Cruors im Vers. 85, d. h. die mittelst des wahren Lösungscoëfficienten ausgerechnete, nur 34,3 Ccm. beträgt. Dieser Unterschied enthält jedoch nichts Unerwartetes in sich, da die Zersetzung des Haemoglobins durch Säuren mit Bildung saurer Producte verbunden sein muss; der Unterschied ist im Gegentheil willkommen, als Zeichen, dass die Zersetzung mit Widerständen verbunden ist, dass folglich die von Haemoglobin absorbirte CO_2 als abhängig vom Druck im lockeren Zustande sich befinden muss.

24. Bezüglich der Rolle der Blutkörperchenalkalien bei der Absorption von CO_2 ist folgendes ermittelt worden.

Nachdem ich mich durch directe Absorptionsversuche überzeugt habe, dass reine Haemoglobinlösungen CO_2 chemisch absorbiren, benutzte ich die erste Gelegenheit, wo aus dem dicken aufgelösten Pferdecruor Haemoglobinkrystalle sich massenhaft ausgeschieden haben und den Boden des Gefässes als ein dicker Brei einnahmen, um zu erfahren ob die Kohlensäure von diesem alkaliärmeren krystallinischen Brei oder von der alkalireicheren Mutterflüssigkeit stärker absorbirt wird. Zu dem Ende habe ich die letztere vorsichtig ab-

---

zu jener Zeit die Ursache nicht bekannt sein konnte — sie wurde erst aus den um 2 Jahre späteren Versuchen an Salzlösungen klar, — warum die berechneten Lösungscoëfficienten des Cruors diejenigen des Wassers übertreffen, so betrachtete ich die mittelst dieser *unwahren* Coëfficienten ausgerechneten Zahlenwerthe als *wahre* chemische Bindungsgrössen und kam ganz logisch zu dem Schlusse, dass im Cruor in Folge seiner Zersetzung durch CO_2 das chemische Absorptionsvermögen für dieses Gas zunimmt. Der Schluss war für mich um so willkommener, als man durch denselben eine andere ebenfalls ganz richtig beobachtete, zu jener Zeit aber sehr sonderbar aussehende Thatsache erklären konnte, warum die (unwahren) Lösungscoëfficienten der CO_2 mit Steigerung der Concentration des Cruors nicht ab-, sondern zunehmen. Der Endschluss, dass *die Zersetzung des Haemoglobins durch* CO_2 *mit einem Auftreten neuer chemischer Affinitäten in demselben verbunden sein müsse*, war hiermit zu jener Zeit ganz unvermeidlich. Nun gewinnt aber die oben angeführte Beobachtung einen ganz anderen Sinn: die aus den totalen Absorptionsgrössen berechneten und einen Theil der locker (chemisch) gebundenen CO_2 mitenthaltenden Lösungscoëfficienten nahmen deshalb an Grösse ab, weil die Lösung an demjenigen Stoffe ärmer geworden ist (d. h. an dem Haemoglobin), welcher an und für sich die CO_2 locker bindet und zugleich als schwache Säure in der salzartigen Verbindung des Haemoglobins mit Alkali fungirt; letztere musste mit anderen Worten einen weniger sauren Charakter annehmen und als solche die CO_2 nicht mehr so locker wie früher binden.

gezapft und da ihre Menge zu dem Absorptionsversuche nicht ausreichte, wurde zu der Flüssigkeit noch etwas von dem Krystallbrei aus dessen oberen Schichten zugesetzt. Der Absorptionsversuch mit diesem Cruor ist in der Tab. IV sub N 78 angeführt. Der nächstfolgende 79 ist der paarige am krystallinischen Brei allein angestellte. Vergleicht man die chemischen Absorptionsgrössen beider Versuche, so sieht man gleich, dass die alkaliärmere und haemoglobinreichere Flüssigkeit mehr CO_2 gebunden hat. Der Unterschied wäre unzweifelhaft noch stärker ausgefallen, enthielte die Mutterflüssigkeit des Vers. 78 keine Haemoglobinkrystalle.

Diese Beobachtung veranlasste mich eine Reihe von Absorptionsversuchen an Gemischen des Cruors (eines und desselben) mit verschiedenen Mengen des in flüssiger Form zugesetzten CNa_2O_3 anzustellen.

№	Name.	*V*	*t*	*p*	*A*	*Y*	*VX*
89	Reines Pferdecruor	50,179	15,2° C.	344,01 444,65	67,796 75,228	1,00	50,53 52,91
90	80 Ccm. Cruor + 0,016 gr. CNa_2O_3	»	»	348,70 462,59	64,617 72,944	»	47,12 49,73
91	80 Ccm. Cruor + 0,033 gr. CNa_2O_3	»	»	396,39 536,23	69,085 78,781	»	49,19 51,87
92	80 Ccm. Cruor + 0,067 gr. CNa_2O_3	»	»	329,44 436,96	71,402 79,717	»	54,87 57,79

Da die Ergebnisse dieser Versuche höchst auffallend sind, so muss ich am allerersten ausdrücklich bemerken, dass letztere in allen Beziehungen mit der äussersten Sorgfalt angestellt waren, so dass ich keinen Augenblick an der Richtigkeit ihrer Angaben zweifle. Das Eigenthümliche dieser Versuche besteht erstens darin, dass während die zwei geringeren Zusätze von CNa_2O_3 das chemische Absorptionsvermögen des Cruors erniedrigt haben, der letzte stärkere dasselbe in die Höhe trieb; und zweitens dass die Erscheinungen in den Vers. 90 und 91 durch so geringe Mengen von CNa_2O_3 hervorgebracht sind.

Der letzte Umstand ist bei dem ersten Anblick allerdings auffallend, bietet jedoch nichts Unerwartetes dar. Preyer (Die Blutkrystalle. Jena 1871 S. 67—68) hat schon längst gefunden, dass die für eine vollständige Umwandlung des Haemoglobins in Haemoglobinat erforderlichen Alkalimengen verhältnissmässig sehr gering sind (auf 1 gr. Haemogl. durchschnittlich 0,0238 gr. Natriumcarbonat). Ich meinerseits habe in dem vorigen § Thatsachen angeführt, aus welchen hervorgeht, dass grosse Mengen von Haemoglobin durch verhältnissmässig geringe Quantitäten SH_2O_4 ihrer Fähigkeit CO_2 zu binden beraubt werden [auf 100 Ccm. verdicktes Pferdecruor, welche doch sicher über 20 gr. trockenes Haemoglobin

enthalten, sind dafür nur 0,6 SH_2O_4 erforderlich]. Folglich ist die Erscheinung durch das hohe Aequivalentgewicht des Haemoglobins zu erklären.

Was aber die sonderbaren Aenderungen der chemischen Absorption unter dem Einflusse der Alkalien anbelangt, so können dieselben, wie ich glaube, nur durch die Annahme erklärt werden, dass die Alkalien auf das chemische Absorptionsvermögen der Haemoglobinlösungen zwei entgegengerichtete Einflüsse ausüben, von denen der eine bei geringeren der andere bei stärkeren Zusätzen die Oberhand nimmt. Eine Seite dieses Vorganges lässt sich mit Bestimmtheit angeben: Alkalizusätze zu den ohnedies alkalischen Cruorlösungen müssen das Quantum der von Seite der Flüssigkeit auf CO_2 ausgeübten Anziehungen vergrössern, denn CNa_2O_3, nachdem es im Cruor die Umwandlung erlitten hat, doch sicher nicht in eine gegen CO_2 indifferente Verbindung übergeht, sondern höchstens die Form eines Salzes mit schwacher Säure annimmt. Dieser Einfluss muss also überhaupt die chemische Absorption von CO_2 durch die Flüssigkeit befördern. Zur Erklärung des anderen entgegengesetzt wirkenden Momentes haben wir hingegen mit Ausnahme der obigen Beobachtung, welche zudem nicht ganz rein ist [1]), gar keine Thatsachen; deshalb mögen die Schlussworte des nächstfolgenden Satzes vorläufig als eine Hypothese gelten.

Wenn reines Haemoglobin mit Alkali zusammentrifft, so übernimmt es in der neu entstandenen Verbindung (Alkalihaemoglobinat) die Rolle einer schwachen Säure, *mit Beibehaltung seiner früheren Eigenschaft, nur in etwas geschwächtem Grade,* CO_2 *zu binden* (oder was dasselbe ist, von diesem Gase zersetzt zu werden). Durch diese einzige und wie ich glaube nicht unwahrscheinliche Annahme lässt sich nun alles in den Versuchen 89—92 erklären. — Kommt ein solches Haemoglobinat mit CO_2 zusammen, so wird es durch die letztere auf zweifache Weise zersetzt: als Salz mit schwacher Säure — neuer Moment, welcher bei der Reaction des reinen Haemoglobins mit CO_2 nicht existirte! — und als eine Verbindung, in welcher die Säure an und für sich zersetzbar ist — alter Moment, welcher der Reaction des reinen Haemoglobins mit CO_2 sogar in stärkerem Grade eigen war! Je geringer ferner die Alkalimengen sind, welche mit gleich grossen Quantitäten Haemoglobin reagiren, desto stärker muss an den Haemoglobinaten der saure Charakter ausgesprochen sein, *desto weniger* CO_2 *können letztere als salzartige Verbindungen absorbiren,* — desto kleiner fällt derjenige Theil der chemisch gebundenen CO_2 aus, welcher die in Folge der Umwandlung des Haemoglobins in das Alkalihaemoglobinat entstehenden Deficite der chemischen Absorption zu decken im Stande wäre. Mit Umkehr der Verhältnisse können auch die Erfolge einenentgegengesetzten Character annehmen, wenn nämlich die genannten Deficite durch die verstärkte Absorption von Seite der weniger sauer gewordenen Haemoglobinate übercompensirt werden.

25. Das Wesentliche der soeben beschriebenen Versuche besteht übrigens nicht in diesen feinen Details, sondern in der concreten Thatsache, dass in Folge geringer Zusätze von Alkalien zu den ohnedies schon alkalihaltigen Haemoglobinlösungen das chemische Ab-

1) Der quantitative Unterschied in den absorbirenden Flüssigkeiten der Vers. 78 und 79 belief sich in der That nicht auf das Akali oder das Haemoglobin allein, sondern auf beide Bestandtheile zugleich.

sorptionsvermögen der letzteren deutliche Schwankungen erleidet, und zwar nicht nach oben sondern nach unten, wie es die Versuche 78 und 79, 89, 90 und 91 übereinstimmend gezeigt haben. Es fliessen nämlich aus dieser Thatsache zwei Schlüsse heraus, welche mit einander im Widerspruche zu stehen scheinen. Das Sinken des chemischen Absorptionsvermögens des Haemoglobins in Folge geringer Alkalizusätze scheint einerseits dafür zu sprechen, dass man die überwiegende Rolle in der chemischen Absorption von CO_2 durch die Blutkörperchen der Zersetzbarkeit des Haemoglobins unter dem Einflusse von CO_2 zuschreiben muss, wofür es scheinbar bequemer wäre, das normale Blutroth als Haemoglobin zu betrachten Andererseits deuten aber die Versuche auf eine sehr grosse Empfindlichkeit dieses Körpers gegen die Alkalien hin. Glücklicherweise ist es sehr leicht zu zeigen, und zwar ohne Zuflucht zu den Hypothesen, dass dieser Widerspruch nur scheinbar ist.

Zu dem Ende will ich alle für den Beweis erforderlichen Annahmen im ungünstigen Sinne übertreiben, und dem entsprechend den Alkaligehalt meiner Pferdecruorlösungen demjenigen der reinen Blutkörperchen nach Bunge gleich setzen, d. h. 0,26 gr. K_2O auf 100 Ccm. Cruor. Diese ganze Menge sei ferner an Haemoglobin gebunden und die Quantität des letzteren im trockenen Zustande betrage auf 100 Ccm. Cruor nur 20 gr. Diese Haemoglobinmenge würde nach Preyer zu ihrer Umwandlung in das Haemoglobinat mehr wie 0,3 gr. K_2O verlangen; und da die vorhandene Alkalimenge kleiner ist, würde das normale Blutroth ein saures Albuminat darstellen, was auch der Wirklichkeit entspricht, insofern die Blutkörperchen CNa_2O_3 zu zersetzen im Stande sind. Die genuine Verbindung «Haemoglobin + Alkali» würde hiermit bei ihrem Zusammentreffen mit CO_2 auf zweifache Weise reagiren: als ein Salz mit schwacher Säure und als eine Verbindung, deren Säure durch CO_2 zersetzbar ist. Die Reaction ersterer Art kann offenbar keine starke chemische Absorption von CO_2 zur Folge haben, denn: erstens ist die Haemoglobinsäure so stark, dass sie im reinen Zustande die Carbonate im Vacuo sogar bei 0° zersetzen kann; zweitens ist diese Säure in der salzartigen Verbindung von vorn herein im Ueberschusse vorhanden. Im Serum sind die Bedingungen für die entsprechende Reaction viel günstiger, da die Säure der salzartigen Verbindung hier weder so stark noch im Ueberschusse vorhanden ist; und doch sahen wir die Kohlensäure dieser Verbindung weniger wie die Hälfte ihrer Base entziehen können. In den Blutkörperchen muss also die entsprechende Grösse sicher viel kleiner sein (um wie viel kleiner, lässt sich zur Zeit nicht bestimmen). Bedenkt man nun, dass die Cruorlösungen so viel CO_2 binden, als wäre ihre chemische Absorption durch die Umwandlung der Körperchenalkalien in saures Carbonat bedingt, so folgt aus der soeben angeführten Zusammenstellung der Absorptionsverhältnisse im Serum und den Blutkörperchen ohne Weiteres, dass mehr wie die Hälfte der durch das Cruor chemisch gebundenen CO_2 auf die Reaction dieses Gases mit dem Haemoglobin und der Rest auf die Reaction der CO_2 mit dem Haemoglobinsalze ankommt. Bedenkt man endlich, dass wir zu diesem Resultate trotz einer absichtlichen Uebertreibung aller Verhältnisse im ungünstigen Sinne gelangt sind, so kann es keinem Zweifel mehr unterliegen, dass

die überwiegende Rolle in der chemischen Absorption von CO_2 *durch die Blutkörperchen dem Haemoglobin als einem durch dieses Gas zersetzbaren Körper zukommt*; *dass die Kohlensäure*, mit anderen Worten, *hauptsächlich in jenem Körper locker fixirt wird, welcher zu gleicher Zeit die Fähigkeit besitzt Sauerstoff locker zu binden.*

In letzterer Form hat der Schluss eine hohe physiolog sche Bedeutung.

---

26. Jetzt komme ich zur letzten in dieser Untersuchung gestellten Frage hin, inwiefern nämlich alle diese an den Bestandtheilen des geronnenen Blutes gesammelten Erfahrungen auf diejenigen des normalen übertragen und hiermit physiologisch verwerthet werden können.

Der zu diesem Ziele führende Weg liegt ganz klar zu Tage; es müssen hierfür alle die Gerinnung des Blutes begleitenden chemischen Umsetzungen der Stoffe von Seite ihres möglichen Einflusses auf die CO_2-bindenden Substanzen und zwar in zwei Richtungen untersucht werden: inwiefern nämlich durch diese Einflüsse der allgemeine Charakter der CO_2-Absorption und die quantitative Seite der letzteren umgeändert wird.

Es ist ferner von selbst einleuchtend, dass alle diese Einflüsse nur als mehr oder weniger starke Umänderungen der schon vorhandenen Eigenschaften der Körper, keineswegs als eine Schöpfung neuer Qualitäten in denselben aufzufassen sind; denn die die Blutgerinnung begleitenden chemischen Umsetzungen bekanntlich nicht so intensiv sind, um die CO_2-bindenden Stoffe durchweg ändern zu können. Alle jene zahlreichen Erfahrungen im Gebiete der Physiologie und der menschlichen Pathologie, wo grosse Mengen des normalen Blutes durch entsprechende Quantitäten des defibrinirten ohne Schaden für die Functionen einzelner Organe oder sogar für das Leben ersetzt werden konnten, sprechen ganz unzweideutig dafür.

Nicht minder klar ist es endlich, dass von allen diesen Einflüssen nur diejenigen berücksichtigt werden müssen, welche irgend welche Wirkung entweder auf die Globulinsubstanzen, das Haemoglobin mitgerechnet, oder auf die Alkalien des Blutes ausüben können, denn nur diese Stoffe dürfen als CO_2-bindende Substanzen betrachtet werden.

Bei solcher allgemeinen Auffassung der Aufgabe haben wir in Bezug auf die Blutkörperchen nur den in meinen Versuchen anomalen aufgelösten Zustand derselben und die von Zuntz in diesen Körpern während der Blutgerinnung entstehende Säuerung, — und für das Plasma

1) die auch hier stattfindende Entwickelung der Säure,

2) die durch die Fibrinbildung bedingte Abnahme der Globuline und

3) die aus dem Zerfall der weissen Blutkörperchen entstehende Zunahme der Globuline zu berücksichtigen.

Erst will ich die Erscheinungen am Plasma besprechen.

27. Bei meiner Auffassung der Absorptionsverhältnisse der CO_2 im Serum lässt sich der Einfluss einer schwachen Ansäuerung der Flüssigkeit — die Entwickelung der Säure im gerinnenden Plasma ist bekanntlich sehr schwach! — sehr leicht vorausbestimmen: die Säure muss der Globulinverbindung einen Theil ihrer Base entziehen und das Globulin an und für sich umsetzen; beide Momente müssen ferner ganz übereinstimmend wirken, nämlich die chemische Absorption von CO_2 erniedrigen, ohne jedoch den Charakter derselben merklich zu ändern. Alle Ansäuerungsversuche des Serums, deren ich sehr viele gemacht habe, bestätigen das soeben Gesagte auf das augenscheinlichste, und am allerstärksten diejenigen von ihnen, wo das Serum trotz seiner deutlich sauren Reaction die Fähigkeit behält Kohlensäure chemisch [und auch jetzt abhängig vom Druck] zu binden. Diese Erscheinung ist offenbar nur dadurch zu erklären, dass die Alkalien im ausgepumpten Serum nicht frei sind und dass es neben ihnen andere Stoffe giebt, welche die überschüssige Säure in sich aufnehmen können. Als Belege mögen folgende Beispiele angeführt werden.

№	*V*	*t*	*p*	*A*	*Y*	*VX*	Beding. d. Vers.
93	45,21	15,2° C.	616,35 718,10 842,97	30,614 35,405 42,284	0,99	3,03 3,26 4,55	Hundeserum mit SH_2O_4 bis z. Verbl. d. saur. React. neutral.
94	45,21	15,2° C.	618,90 728,61 848,31	31,886 36,820 42,261	0,99	4,18 4,21 4,30	Dasselbe Serum ebenso mit *A* behandelt.
95	41,93	15,2° C.	535,45 622,22 723,96	30,518 34,081 38,539	0,99	8,29 8,26 8,50	Pferdeserum mit SH_2O_4 ungenügend angesäuert.

Es ergiebt sich aus diesen Versuchen in Bezug auf unsere Aufgabe folgendes:

insofern in allen die quantitative Seite der CO_2-Absorption betreffenden Versuchen das Blut bei 0° gerann, konnte die Entwickelung der Säure im Serum nur so gering sein, dass die hieraus entspringende Abweichung des Absorptionsvermögens des Serums von demjenigen des Plasma vernachlässigt werden kann.

Die Ansäuerungsversuche des Serums gewinnen jedoch noch eine andere Bedeutung, wenn man deren Erfolge vom Standpunkte meiner Hypothese auffasst: sie legen nämlich den Grund ab, warum die Thiere verhältnissmässig grosse Mengen von Säuren ohne Schaden für die Respiration ertragen können; wie es ferner möglich ist, dass die eingeführten Säuren im alkalischen Blute in quasi-freiem Zustande circuliren, und wie es endlich geschehen kann, dass sie trotzdem dem Thierkörper Alkalien entziehen.

Die Wirkung der beiden übrigen die Mengen von Globulinen beeinflüssenden Momente lässt sich Dank den neuesten Untersuchungen von Hammarsten über die Globuline[1]) des Blutes ebenfalls bestimmen. Von seinen Angaben sind für uns folgende maassgebend:

1) ist das filtrirte Plasma des Pferdeblutes an Globulinen stets etwas reicher als das Serum — durchschnittlich im Verhältnisse von 10 zu 9; und

2) kommt dieses dadurch zu Stande, dass der Verlust des Serums an Fibrinogen in Folge der Blutgerinnung grösser ist als sein Gewinn an Paraglobulin in Folge des Zerfalls der weissen Blutkörperchen.

In drei von diesem Forscher untersuchten Fällen erhielt er folgende Zahlen für den Globulingehalt in 100 Ccm. Flüssigkeit.

Plasma	Serum
4,87 %	4,483 %
4,35 %	4,167 %
4,25 %	3,855 %

Die Menge des Fibrinogens in den Globulinen des Plasma betrug durchschnittlich etwas mehr wie $^1/_{10}$ der ganzen Globulinmenge, nämlich 0,32 %; 0,416 % und 0,455 %.

Auf Grund dieser Angaben kann man mit Bestimmtheit behaupten, dass das Plasma, als eine globulinreichere Flüssigkeit mehr CO_2 binden muss, als das Serum; besonders darum, weil die fibrinogene Substanz ihrem Verhalten gegen CO_2 nach zu den schwer von diesem Gase zersetzbaren Globulinen zuzurechnen ist, d. h. zu denjenigen Stoffen, welche bei der chemischen Absorption von CO_2 die Hauptrolle spielen. Dem entsprechend sind die Mengen der chemisch gebundenen CO_2 im Serum bei dem Uebertragen der Absorptionsverhältnisse von hier auf das Plasma mit $^{10}/_9$ zu multipliciren.

28. Was endlich die anomalen Zustände der Blutkörperchen anbelangt, in welchen dieselben von mir untersucht waren, so brauche ich die aus den oben angegebenen beiden Anomalien entspringenden quantitativen Umänderungen in den Absorptionsverhältnissen gar nicht zu berücksichtigen, da der Antheil der Blutkörperchen in der physiologischen Bindung von CO_2 durch das normale Blut, von mir nicht direct, sondern indirect berechnet wird. Es genügt somit für unsere Zwecke bloss zu wissen, ob beide Anomalien so stark sein können, dass man ein wesentlich anderes Verhalten der normalen Blutkörperchen gegen die Kohlensäure erwarten dürfte.

In Bezug auf die Anomalie der Säureentwickelung muss die Frage augenscheinlich mit nein beantwortet werden; — wir wissen ja aus directen Versuchen, dass die Blutkörperchenstoffe nach geschehener Gerinnung — wenn sie also schon angesäuert sind — noch sehr starke Ansäuerungen ertragen können, ohne ihren absorptiometrischen Character einzubüssen. Ebenso leicht ist die Frage bezüglich der Anomalie des aufgelösten Zustan-

1) l. c.

des der Blutkörperchen in meinen Versuchen zu beantworten. Man vergleiche hierzu die von mir für das aufgelöste Pferdecruor gefundenen Werthe der chemischen CO_2-Absorption mit der entsprechenden Grösse, welche Zuntz im Cruor mit unzerstörten Körperchen nach der Sättigung der Flüssigkeit mit CO_2 erhielt.[1]) Bei mir betragen diese, mittelst des Coëfficienten des Wassers multiplicirt mit 0,99 berechneten, Grössen durchschnittlich 100 Ccm. CO_2 auf 100 Ccm. Cruor (dickeres als bei Zuntz); bei Zuntz ist die entsprechende mittelst des Coëfficienten des Wassers erhaltene Grösse gleich 97 Ccm. CO_2.

Hiermit sind wir zu dem allgemeinen Schlusse geführt, dass

beide entsprechende Bestandtheile des normalen und des geronnenen Blutes sich gegen die Kohlensäure im Grunde ganz gleich verhalten müssen. Der Unterschied in ihrem Verhalten ist vielmehr rein quantitativer Natur; und zwar wirken alle die die Blutgerinnung begleitenden Einflüsse übereinstimmend dahin, das chemische Absorptionsvermögen für CO_2 sowohl im Plasma als in den Blutkörperchen zu erniedrigen.

29. Mit Hülfe dieses Schlusses, welcher eigentlich durch die ganze vorliegende Untersuchung bewiesen ist, und bei der Möglichkeit die chemischen Bindungsgrössen des Serums vermittelst der Zahlen von Hammarsten auf diejenigen des Plasma zu corrigiren, ist es nun leicht die Frage über die Vertheilung der CO_2 zwischen den Bestandtheilen des normalen Blutes und ihren Zustand in denselben zu entscheiden.

Ehe ich jedoch zu diesem Gegenstande übergehe, muss noch ein Absorptionsversuch mit den weissen Blutkörperchen angeführt werden, um den Antheil auch dieser Elemente des Blutes in der Bindung von CO_2 schätzen zu können.

Zu diesem Versuche wurden die weissen Körperchen von 1000 Ccm. geschlagenes Pferdeblut — und zwar der grösste Theil derselben, aber leider mit ziemlich viel Cruor — vorsichtig abgezapft und mit einem höchst reinen Pferdeserum zu einem Volumen von 80 Ccm. versetzt. Somit enthielt die Flüssigkeit eine bedeutend grössere Menge farbloser Elemente als das Plasma; auch sah sie trotz des rothen Schimmers grau-weiss und sehr trübe aus. Diese Menge will ich absichtlich etwas niedriger schätzen und sie in Vergleich mit dem normalen Gehalt nur 6 Mal grösser annehmen. Die Flüssigkeit enthielt ausserdem noch so viel rothe Körperchen, dass die chemische Absorptionsgrösse durch diese Verunreinigung wenigstens um 2 % erhöht werden musste (auf Grund der Versuche 1 und 6).

№	*V*	*t*	*p*	*A*	*Y*	*VX* auf 100 Ccm. Flüss.
			560,10	46,083		31,25
96	53,15	15,2°	644,37	50,593	0,99	31,40
			779,51	58,521		32,94

1) Inaug. Diss. p. 38, Vers. 4.

Zieht man von den chemischen Absorptionsgrössen der letzten Spalte den auf die Verunreinigung der Flüssigkeit mit rothen Körperchen ankommenden Theil von CO_2 ab, so erhältman eine beinahe dem normalen Serum gleiche chemische Absorption dieses Gases.

Die weissen Körperchen können mit anderen Worten in ihrer normalen Menge keinen merklichen Einfluss auf die Absorption von CO_2 ausüben.

Die Kohlensäure ist hiermit im normalen Blute nur zwischen Plasma und rothen Blutkörperchen zu vertheilen.

Früher, wo man von dem Zustande der CO_2 im Plasma keine klare Vorstellung hatte, konnte man noch bei der Idee stehen bleiben, dass dieses Gas nur im Plasma und nur in chemisch gebundenem Zustande enthalten sein müsse; jetzt ist aber eine solche Vorstellung principiell unmöglich geworden. So wie die Thatsache einmal festgestellt ist, dass das Plasma die Kohlensäure abhängig vom Drucke bindet, ist zugleich damit gegeben, dass die chemischen Absorptionsgrössen von CO_2 in dieser Flüssigkeit sich gegen die Schwankungen des Druckes ganz ebenso wie die Lösungsgrössen eines beliebigen Gases in beliebiger Flüssigkeit verhalten müssen. Durch diese Thatsache verwischt sich mit anderen Worten jeder Unterschied zwischen den Grössenschwankungen des chemisch gebundenen und anfgelösten Gases in Folge der gegebenen Schwankungen des Druckes. Hat somit die CO_2 auf das Plasma allein zu wirken, so geht der Process nicht etwa so vor sich, dass CO_2 erst die stärkeren chemischen und dann die schwächeren physikalischen Anziehungen sättigt, — beide Vorgänge gehen im Gegentheil zu einer und derselben Zeit, weil die Anziehungen gleichwerthig sind, oder genauer — weil die chemischen Anziehungen nicht unendlich gross sind im Vergleich mit den physikalischen. Dasselbe Raisonnement auf den physiologischen Fall übertragen, wo die Kohlensäure auf ein Gemenge von Plasma mit Blutkörperchen zu wirken hat, ergiebt ohne Weiteres, dass hier das Gas zu einer und derselben Zeit sowohl den chemischen als den physikalischen Anziehungen beider Bestandtheile zu folgen hat; dass es also zu einer und derselben Zeit sowohl von dem Plasma als von den Körperchen chemisch gebunden und aufgelöst wird. Da wo die Menge der Kohlensäure bei der gegebenen Spannung des Gases ausreicht alle diese Bedürfnisse zu decken, muss der Process unzweifelhaft auf die angegebene Weise vor sich gehen. Wie gestaltet sich aber derselbe in jenen Fällen, wo die in das Blut eingetretene CO_2-Menge sehr gering ist, und zwar nicht deshalb, weil die Spannung des Gases am Orte seiner Bildung niedrig war, sondern weil das Blut wegen des zu raschen Vorbeifliessens an diesem Orte sich mit dem Gase zu sättigen keine Zeit hatte? Eine Antwort hierauf kann man von solchen Absorptionsversuchen [am Serum oder am Blute ist ganz gleich] erwarten, wo die Menge der Kohlensäure vor der Absorption zu klein ist um die chemischen Affinitäten der Flüssigkeit zu sättigen. Folgt die Vertheilung der absorbirten CO_2 auch jetzt dem obigen Gesetze, so ist zu erwarten, dass die CO_2 nie vollsändig absorbirt wird; und dieses ist in der That der Fall. In dem dreigliederigen Versuche 1—23—24 der Tab. II war die erste Bestimmung bei stärkeren Druckhöhen gemacht und ergab die chemische Absorptionsgrösse gleich 9 Ccm. CO_2 auf 45 Ccm. Serum. Für die zweite

Bestimmung (№ 23) natürlich an demselben Serum nahm ich absichtlich weniger CO_2 — nur 7,41 Ccm. Die Endspannung des Gases nach Beendigung der Absorption war 24 Mm. und die zurückgebliebene CO_2-Menge betrug 1,32 Ccm. Da der Zustand des Gases in jedem Absorptionsversuche nach Beendigung des letzteren der Sättigung aller Affinitäten der Flüssigkeit für die vorhandene Endspannung entspricht, so war unzweifelhaft auch hier ein Theil der absorbirten CO_2 aufgelöst und zwar der Endspannung und dem Lösungscoëfficienten für die gegebene Temperatur entsprechend. Folglich geschah die Vertheilung des Gases auch in diesem Falle nach dem obigen Gesetze.

Das Gesetz der Vertheilung der CO_2 zwischen den Elementen des Blutes proportional den physikalischen und chemischen Anziehungen der letzteren bleibt somit gleichfalls in Kraft, ob wir uns die Absorption von CO_2 durch das Blut in den Capillaren des Körpers als eine Sättigung der Flüssigkeit mit dem Gase für die vorhandene Spannung oder als ein zufällig grösseres oder geringeres Schöpfen des Gases aus den Gewebeflüssigkeiten denken. — Auch im letzten Falle entspricht der Endzustand des Gases im Blute einer Sättigung der Flüssigkeit für eine gewisse niedrige Spannung, welche sich practisch durch aërotonometrische Versuche bestimmen lässt.

Es braucht nach dem Gesagten kaum noch hinzugefügt zu werden, dass in allen Fällen ohne Ausnahme beide Bestandtheile des normalen Blutes nebst chemisch gebundener auch aufgelöste CO_2 enthalten müssen; und weiter, dass das normale Blut trotzdem alkalisch reagiren muss, insofern es nämlich mit CO_2 für eine so niedrige Spannung gesättigt ist, dass die Affinitäten seiner Alkalien wenigstens zu $^1/_3$ frei bleiben.

30. Die quantitative Vertheilung der CO_2 im Blute werde ich nur für dasjenige des Hundes und nur für den in physiologischer Hinsicht wichtigen Fall betrachten, wenn die Flüssigkeit mit CO_2 bei Körpertemperatur und 50 Mm. Druck gesättigt ist. Diese Bedingungen entsprechen nämlich der physiologischen Umwandlung des arteriellen Blutes in das venöse wärend seines Durchströmens durch die Capillaren des Körpers. Den Antheil von Plasma werde ich absichtlich etwas übertreiben, um die starke Betheiligung der Blutkörperchen an der Bindung von CO_2 desto klarer ans Licht zu setzen.

Dem entsprechend will ich den unauspumpbaren Theil der CO_2 im Hundeserum = 10 Ccm. setzen. Da die von mir für die Körpertemperatur und 50 Mm. Spannung im Hundeserum gefundene Absorptionsgrösse (№№ 28 und 29 der Tab II) 14 Ccm. beträgt, so enthält das bei 37—37,5° und 50 Mm. Spannung mit CO_2 gesättigte Serum 24 Ccm. CO_2 auf 100 Ccm. Flüssigkeit. Auf das Plasma übertragen, d. h. mit $^{10}/_9$ multiplicirt, würde die entsprechende Grösse 27 Ccm. betragen. Der im Plasma bei der Körpertemperatur und 50 Mm. Dr. aufgelöste Theil der CO_2 berechnet sich (aus den Vers. 28 und 29) zu 3,4 Ccm. Folglich enthalten 100 Ccm. Plasma im Ganzen 30,5 Ccm. CO_2. Das Volumen des letzteren im Hundeblute sei 70 auf 100. Dann ist der im normalen venösen Blute des Hundes auf das Plasma ankommende Theil der Kohlensäure höchstens 22 Ccm. gleich. Der Rest kommt auf die Blutkörperchen. Venöses Hundeblut enthält durchschnittlich kaum mehr wie 33 Ccm. CO_2;

folglich *ist dieselbe im venösen Blute so vertheilt, dass $^2/_3$ der gesammten Kohlensäure auf das Plasma und $^1/_3$ auf die Blutkörperchen ankommt.*

Zu demselben Schlusse führt die umgekehrte Berechnung[1]) vermittelst der totalen Absorptionsgrössen der Blutkörperchen. Im Versuche 80 der Tab. IV ist dieseGrösse auf 100 Ccm. Cruor gleich 35,3 Ccm. CO_2. Das Volumen der Körperchen in 100 Blut ist 30. Folglich beträgt der auf die Blutkörperchen ankommende Theil von CO_2 $35{,}3 \times 0{,}3$ oder 10,6 Ccm. CO_2.

Der aus dieser Berechnung für das Plasma des venösen Blutes sich ergebende CO_2-Gehalt erweist sich allerdings etwas kleiner als der durchschnittliche Werth für CO_2 im Serum sogar des arteriellen Blutes nach den directen Bestimmungen von Schöffer, Preyer und Al. Schmidt; indem die letztere Grösse, als Mittel aus 11 Bestimmungen, 34 Ccm. CO_2 und die meinige nur 30 Ccm. beträgt. Die Abweichung ist jedoch leicht zu erklären. Es kann erstens keinem Zweifel unterliegen, dass im Blut während seiner Gerinnung ein Theil der chemisch gebundenen CO_2 aus den Blutkörperchen in das Serum übergeht, weil die Säureentwickelung hauptsächlich in den Blutkörperchen und nicht in dem Plasma geschieht; zweitens liegt vielleicht der mittlere Werth für den Sättigungsdruck in den Capillaren etwas höher als 50 Mm. Quecksilber. In einzelnen Fällen, namentlich da, wo der CO_2-Gehalt sowohl des Blutes als des Serums [beide gehen nämlich nach den Versuchen von Al. Schmidt Hand in Hand] den mittleren Werth zu stark übertrifft, muss letzteres sogar unbedingt angenommen werden, denn wie würde man anders solche Ausnahmen (wie z. B. 42 Ccm. CO_2 auf 100 Ccm. defibr. Blut, oder 42 Ccm. CO_2 auf 100 Ccm. Serum) erklären können? Folglich enthält die Abweichung nichts, was gegen den oben formulirten Satz sprechen könnte.

Der letztere schliesst in sich im Gegentheil eine Thatsache von hoher physiologischer Bedeutung ein. Setzt man in der That die chemische Bindungsgrösse der CO_2 in den Blutkörperchen auf 100 Ccm. Hundeblut gleich 10 Ccm; so kommt meiner Theorie nach mehr als die Hälfte davon auf das Haemoglobin an; und diese grössere Hälfte wird mithin während der Umwandlung des arteriellen Blutes in das venöse durch denjenigen Körper locker fixirt, welcher gleich darauf in den Lungencapillaren mit Sauerstoff reagirt. Verhielte sich der letztere auch ganz indifferent gegen das Haemoglobin, so würde dennoch das Zusammentreffen der CO_2-haltigen Körperchen mit Sauerstoff eine Entweichung der CO_2 auf dem Wege der physikalischen Diffusion zur Folge haben. Nun gesellen sich aber zu diesen physikalischen Bedingungen noch die chemischen Verwandtschaften des Sauerstoffs zu dem CO_2-Träger, welche die Kohlensäure aus dem Haemoglobin auf die nämliche Weise austreiben, wie es in Bezug auf den Sauerstoff selbst von Kohlen- oder Stickstoffoxyd gethan wird.

---

1) Diese ist aber weniger zuverlässig, weil das Cruor des Hundeblutes in meinen Versuchen, wegen der Beimischung von Serum, etwas zu niedrige Werthe für die chemische Absorption von CO_2 zeigen musste.

Dieses ist aber nicht alles. — So wie einmal dem Haemoglobin der normalen Blutkörperchen die Function zugestanden wird CO_2 zu binden, muss weiter zugestanden werden, dass wenn die mit *O* beladenen Körperchen des arteriellen Blutes in die Capillaren des Körpers gelangen, die Kohlensäure der Gewebe einen Theil des Sauerstoffs aus dem Oxyhaemoglobin austreiben muss. Man gewinnt mit anderen Worten ein neues Moment für die Ablösung des Sauerstoffs von den Blutkörperchen.

Die Thatsache, dass ein Theil der Blutkörperchen-CO_2 im Haemoglobin fixirt ist legt endlich den Grund ab, warum, wie es zuerst in Ludwig's Laboratorium gefunden war, die aërotonometrischen Werthe für CO_2 des Blutes in der sauerstoffhaltigen Atmosphäre höher als im Vacuum ausfallen.

31. Die Abhandlung schliesse ich mit einem kurzen Résumé der Hauptergebnisse dieser Untersuchung und zwar will ich jetzt die die Blutkörperchen betreffenden Thatsachen vorangehen lassen, da die Ergebnisse der Versuche am Serum hierdurch um vieles klarer hervortreten.

1) Als CO_2-bindender Stoff ist in den rothen Blutkörperchen eine salzartige Verbindung des Haemoglobins mit Alkali zu betrachten, in welcher das Haemoglobin die Rolle einer schwachen Säure im Sinne Berthelot's spielt.

Dieser Satz geht aus folgenden Thatsachen hervor:

a. richten sich in drei von mir untersuchten Blutarten die chemischen Bindungsgrössen der CO_2 nach dem von Bunge für die Blutkörperchen dieser Blutarten angegebenen Alkaligehalt; und

b. entsprechen dem allgemeinen Charakter nach die Absorptionserscheinungen der CO_2 durch die Blutkörperchen keineswegs einer Verbindung dieses Gases mit freien Alkalien, sondern eher der Absorption desselben durch Lösung eines Salzes mit schwacher Säure.

2) Mit Kohlensäure reagirt die Verbindung «Haemoglobin + Alkali» auf doppelte Weise: nach Art aller durch schwache Säuren gebildeten Salze, indem hierbei die CO_2 dem Haemoglobin einen Theil seiner Base entreisst; und als eine Verbindung, in welcher die Säure (Haemoglobin) an und für sich von CO_2 zersetzt werden kann und wirklich zersetzt wird.

Die Beweise, dass der Process nur in dieser Richtung vor sich gehen muss, sind vierfacher Art:

c. kann die quantitative Seite der chemischen Absorption durch die Annahme nicht erklärt werden, dass die Verbindung «Haemoglobin + Alkali» mit dem Gase nur in einer Richtung, nur als Salz, reagirt;

d. entsprechen die die chemische Absorption von CO_2 zum Verschwinden bringenden Ansäuerungsgrade der Blutkörperchenlösungen bedeutend mehr als einfacher Neutralisation der in denselben enthaltenen Alkalien; ferner

e. deuten alle Charaktere der in solchem Grade angesäuerten Cruorlösungen darauf hin, dass das Haemoglobin hierbei eine Aenderung erlitten hat, welche jedoch nicht so weit geht, wie die bekannte Spaltung des Haemoglobins in Haematin und Albuminstoff; endlich

f. sind die absorptiometrischen Erfolge kleiner Zusätze von Alkalien zu den Blutkörperchenlösungen derart, dass sie nur durch den zersetzenden Einfluss von CO_2 auf das Haemoglobin erklärt werden können.

Bedeutend schwieriger war die entsprechende Aufgabe in Bezug auf das Serum.

Da die chemische Absorption von CO_2 auch hier vom Drucke abhängig ist und sich nach dem Alkaligehalt verschiedener Serumarten richtet, so war zu erwarten, dass die CO_2-bindenden Stoffe auch hier dem Typus eines Salzes mit schwacher Säure entsprechen werden, dass folglich im Serum ein dem Haemoglobin aequivalenter Stoff zu finden ist. Da andererseits das normale CO_2-haltige Serum bei dem Auspumpen einen Theil der chemisch gebundenen CO_2 zurückhält, war in die Beschaffenheit der CO_2-bindenden Stoffe eine dieser Eigenthümlichkeit entsprechende Bedingung einzuführen. Die bekannte Ansicht von Sertoli über die CO_2-bindenden Stoffe des Serums lieferte eine fertige aber unbewiesene Formel hierzu. Die dem Haemoglobin aequivalenten saueren Stoffe sollen nach dieser Ansicht die Globuline des Serums darstellen und zwar sollen dieselben in einer Quantität gegeben sein, welche nicht ausreicht die ganze Menge von Serumalkalien zu sättigen. Mehr wie ein Jahr hielt ich an dieser Idee fest, mich in den Anstrengungen erschöpfend die Ergebnisse directer Versuche den Anforderungen dieser beim ersten Anblick so einfachen Hypothese anzupassen und stets ohne Erfolg.[1]) Erst nachdem ich mich von dieser Idee losmachte und die Möglichkeit einer anderen alle Eigenthümlichkeiten der CO_2-Absorption durch das Serum umfassenden Formel einsah, bekamen die Versuchsergebnisse einen klaren positiven Sinn.

Nach dieser neuen Ansicht sind die CO_2-bindenden Stoffe des Serums in der That durch eine Verbindung der Globuline mit Alkali gegeben, in welcher jedoch die Globuline nicht von vorne her sauere Eigenschaften besitzen, sondern dieselben erst unter dem Einflusse von CO_2 erhalten.

Hierdurch nimmt erstens die Reaction des Körpers «Globulin + Alkali» mit CO_2 dieselbe Form an, welche wir oben an den Blutkörperchenstoffen gesehen haben; zweitens wird das lockere Gebundensein der CO_2 sowohl im Serum als in den Körperchen eigentlich auf dieselbe Grundlage zurückgeführt; und drittens lassen sich die unauspumpbaren Reste von CO_2 im Serum auf eine ganz einfache Weise erklären (siehe pag. 36).

Was die Thatsachen anbelangt, durch welche der obige Satz bewiesen wird, so lauten sie folgendermassen:

1) Alle jene zahlreichen Versuche, worin ich den sauren Charrkter sowohl am dialysirten Serum, als an diesem oder jenem Bestandtheil der Flüssigkeit im Einzelnen festzustelten suche, sind den Bemühungen entsprungen, die Hypothese von Sertoli zu beweisen.

Durch die Ausscheidung der Globuline mittelst $MgSO_4$ verliert das Serum die Eigenschaft CO_2 abhängig vom Drucke zu binden, folglich könnten dieselben als schwache Säuren gedeutet werden.

Jedoch besitzt das dialysirte globulinhaltige und ausgepumpte Serum die Fähigkeit nicht CNa_2O_3 im Vacuo zu zersetzen.

Andererseits verhält sich das dialysirte globulinhaltige Serum gegen die CO_2 den Blutkörperchenlösungen sehr ähnlich, indem es die CO_2 in grosser Abhängigkeit vom Drucke und in solcher Menge bindet, welche sogar die Umwandlung des in dem Serum zurückgebliebenen Alkali (als Na_2O gedacht) in saures Carbonat übertrifft.

Hierdurch wird für die dialysirten Globuline die Fähigkeit CO_2 an und für sich chemisch zu binden streng bewiesen; und da diese Stoffe im nicht dialysirten Serum der Absorption von CO_2 einen solchen Charakter ertheilen, als spielten dieselben in ihrer Verbindung mit Alkali die Rolle einer schwachen Säure [welche ihnen im ausgepumpten Zustande nicht zukommt!], so muss unvermeidlich angenommen werden, dass sie den sauren Charakerst unter dem Einflusse von CO_2 erhalten.

St. Petersburg, den 25. Februar 1879.

J. Setschenow.

Berichtigung.

Im Versuche 62 (pag. 31) entsprechen die chemischen Absorptionsgrössen 6,35 und 12,7 dem Drucke 96,16; und die Zahlen 7,30 und 14,60 dem Drucke 946,55.

BEKANNTMACHUNG

der Kaiserlichen Akademie der Wissenschaften.

Als im Jahre 1847, bald nach Rückkehr des Herrn Dr. A. Th. von Middendorff von seiner sibirischen Reise, seitens der Akademie der Wissenschaften die Herausgabe seiner Reisebeschreibung in deutscher Sprache begann, wurde, einfacherer Berechnung wegen, für jeden Band derselben, ohne Rücksicht auf seinen Umfang und die Zahl der in ihm enthaltenen Tafeln, einförmig der Preis von 5 Rub. 40 Kop. (6 Thlr.) bestimmt. Gegenwärtig kann das Werk, ungeachtet einer Lücke im zweiten Bande, als vollendet betrachtet werden, und zwar enthält dasselbe 16 Lieferungen, die zu 4 Bänden zusammengestellt sind. Da jedoch der Inhalt des Werkes ein sehr mannigfaltiger und fast jede der Lieferungen einer besonderen Specialität gewidmet ist, so hat die Akademie, um die verschiedenen Theile des Werkes den betreffenden Fachgelehrten zugänglicher zu machen, die Bestimmung getroffen, dass von nun an wie die Bände so auch die Lieferungen einzeln im Buchhandel zu haben sein sollen, und zwar zu den folgenden, nach Umfang und Zahl der Tafeln normirten Preisen.

Dr. A. Th. v. Middendorff's Reise in den äussersten Norden und Osten Sibiriens während der Jahre 1843 und 1844 mit Allerhöchster Genehmigung auf Veranstaltung der Kaiserlichen Akademie der Wissenschaften zu St. Petersburg ausgeführt und in Verbindung mit vielen Gelehrten herausgegeben. 4 B^{de} in 4^{o} (1847 — 1875).

	Silber.		Reichsm.	
	Rbl.	K.	Mrk.	Pf.
Bd. I. Th. I. Einleitung. Meteorologische, geothermische, magnetische und geognostische Beobachtungen. Fossile Hölzer, Mollusken und Fische. Bearbeitet von K. E. von Baer, H. R. Göppert, Gr. von Helmersen, Al. Graf. Keyserling, E. Lentz, A. Th. v. Middendorff, W. v. Middendorff, Johannes Müller, Ch. Peters. Mit 15 lith. Tafeln. 1848. LVI u. 274 S.	3	45	11	50
Bd. I. Th. II. Botanik. **Lf. 1.** Phaenogame Pflanzen aus dem Hochnorden. Bearbeitet von E. R. v. Trautvetter. 1847. Mit 8 lithogr. Tafeln. IX u. 190 S.	2	25	7	50
Lf. 2. Tange des Ochotskischen Meeres. Bearb. von F. J. Ruprecht. 1851. Mit 10 chromolithogr. Tafeln. (Tab. 9 — 18.) S. 193 - 435	3	95	13	20
Lf. 3. Florula Ochotensis phaenogama. Bearbeitet von E. R. v. Trautvetter und C. A. Meyer. Musci Taimyrenses, Boganidenses et Ochotenses nec non Fungi Boganidenses et Ochotenses in expeditione Sibirica annis 1843 et 1844 collecti, a fratribus E. G. et G. G. Borszczow disquisiti. Mit 14 lithogr. Tafeln. (19—31.) 1856. 148 S.	2	45	8	20
Bd. II. Zoologie **Th. I.** Wirbellose Thiere: Annulaten. Echinodermen. Insecten. Krebse. Mollusken. Parasiten. Bearbeitet von E. Brandt, W. F. Erichson, Seb. Fischer, E. Grube. E. Ménétriès, A. Th. v. Middendorff. Mit 32 lith. Tafeln. 1851. 516 S. (Beinahe vergriffen.)	7	35	24	50
Th. II. Lf. 1. Wirbelthiere. Säugethiere, Vögel und Amphibien. Bearb. von Middendorff Mit 26 lithogr. Tafeln. 1853. 256 S. (Vergriffen.)	6	35	21	20
Bd. III. Ueber die Sprache der Jakuten. Von Otto Böhtlingk. **Th. I. Lf. 1.** Jakutischer Text mit deutscher Uebersetzung. 1851. 96 S.	—	80	2	70
Lf. 2. Einleitung. Jakutische Grammatik. 1851. S. LIV u. 97—397	2	30	7	70
Th. II. Jakutisch-deutsches Wörterbuch. 1851. 184 S.	1	40	4	70
Bd. IV. Sibirien in geographischer, naturhistorischer und ethnographischer Beziehung. Bearbeitet von A. v. Middendorff. **Th. I.** Uebersicht der Natur Nord- und Ost-Sibiriens. **Lf. 1.** Einleitung. Geographie und Hydrographie. Nebst Tafel II bis XVIII des Karten-Atlasses. 1859. 200 S. und 17 Tafeln des Atlasses	3	15	10	50
Lf. 2. Orographie und Geognosie. 1860. S. 201—332. (Vergriffen.)	1	10	3	70
Lf. 3. Klima. 1861. S. 333—523 u. XXV	1	70	5	70
Lf. 4. Die Gewächse Sibiriens. 1864. S. 525—783 u. LVI	2	45	8	20
Th. II. Uebersicht der Natur Nord- und Ost-Sibiriens. **Lf. 1.** Thierwelt Sibiriens. 1867. S. 785—1094 u. XIII	2	50	8	30
Lf. 2. Thierwelt Sibiriens (Schluss). 1874. S. 1095—1394	2	30	7	70
Lf. 3. Die Eingeborenen Sibiriens (Schluss des ganzen Werkes). 1875. S. 1395—1615. Mit 16 lith. Tafeln	3	25	10	80

MÉMOIRES
DE
L'ACADÉMIE IMPÉRIALE DES SCIENCES DE ST.-PÉTERSBOURG, VII^E SÉRIE.
TOME XXVI, N° 14 ET DERNIER.

ÜBER DIE

DÄMPFUNG VON SCHWINGUNGEN

BEI GRÖSSERN AMPLITUDEN.

VON

O. Chwolson,

Privat-Docent an der St. Petersburger Universität.

Présenté le 10 Avril 1879.

SMITHSONIAN DEPOSIT.
APR 3 1003

ST.-PÉTERSBOURG, 1879.

Commissionnaires de l'Académie Impériale des sciences:

à St.-Pétersbourg:
M. Eggers et C^ie, J. Issakof et J. Glasounof;

à Riga:
M. N. Kymmel;

à Leipzig:
M. Léopold Voss.

Prix: 35 Kop. = 1 Mrk. 20 Pf.

MÉMOIRES
DE
L'ACADÉMIE IMPÉRIALE DES SCIENCES DE ST.-PÉTERSBOURG, VII^E SÉRIE.
TOME XXVI, N° 14 ET DERNIER.

ÜBER DIE

DÄMPFUNG VON SCHWINGUNGEN

BEI GRÖSSERN AMPLITUDEN.

VON

O. Chwolson,
Privat-Docent an der St. Petersburger Universität.

Présenté le 10 Avril 1879.

43
7 118

ST.-PÉTERSBOURG, 1879.
Commissionnaires de l'Académie Impériale des sciences:

à St.-Pétersbourg:
M. Eggers et C^ie, J. Issakof et J. Glasounof;

à Riga:
M. N. Kymmel;

à Leipzig:
M. Léopold Voss.

Prix: 35 Kop. = 1 Mrk. 20 Pf.

Imprimé par ordre de l'Académie Impériale des sciences.

Juillet 1879. C. Vessélofsky, Secrétaire perpétuel.

Imprimerie de l'Académie Impériale des Sciences
(Vass.-Ostr., 9e ligne, № 12.)

Einleitung.

In der Abhandlung «Ueber die Bestimmung der absoluten Inclination mit dem Inductions-Inclinatorium» (Mémoires de l'Ac. d. Sc. d. St.-Pétersb., VII. Série, Tome XXVI, № 8, 1878) hat Herr Akademiker H. Wild gezeigt, dass bei der Bestimmung der absoluten Inclination nach der Weber'schen Methode (Resultate des magn. Ver., 1833, S. 81, Abhandl. d. Kgl. Soc. in Göttingen, Bd. V, 1858, und Pogg. An., Bd. 90, p. 209) die Resultate sich von den mit dem Nadel-Inclinatorium gefundenen, um Grössen unterscheiden, deren Auftreten unmöglich aus den Beobachtungsfehlern erklärt werden und nur in einer Mangelhaftigkeit der betreffenden mathematischen Theorie seinen Grund haben kann. Bekanntlich giebt Weber zwei Methoden an: die Multiplicationsmethode und die Reflexionsmethode; die für beide Methoden entwickelten Formeln lehnen sich an die zuerst von Gauss (Resultate des magn. Ver., 1837, p. 58) gegebene, später von Du Bois-Reymond in den Monatsber. der Berl. Acad., 1869, S. 807 und 1870, S. 537, bedeutend erweiterte Theorie der Schwingungen eines Magneten unter dem Einflusse eines benachbarten Dämpfers. Dieser Theorie liegen nun gewisse Voraussetzungen zu Grunde, von denen zwei kaum in allen Fällen mit genügender Annäherung als erfüllt angesehen werden können. Die zwei Voraussetzungen sind folgende: erstens wird in der Differentialgleichung, welche der Gauss-Weber'schen Theorie zu Grunde liegt, in dem Gliede, welches das Drehungsmoment des Erdmagnetismus enthält, der Sinus des Ablenkungswinkels durch den Bogen ersetzt, was natürlich nur für sehr kleine Winkel gestattet ist, und zweitens wird angenommen, dass die dämpfende Kraft nur von der augenblicklichen Geschwindigkeit, nicht aber von der Lage des Magnets, d. h. von dem augenblicklichen Ablenkungswinkel, abhänge. Letzteres wird aber nicht allgemein richtig sein, wenn als Dämpfer ein eng um den Magneten gewundener, geschlossener Multiplicator dient. Die Dämpfung hängt nämlich im Allgemeinen von dem Quadrate einer Function des Ablenkungswinkels ab, die Herr Wild die *Multiplicatorfunction* nennt; sie ist identisch mit dem Drehungsmoment, welches die Stromeinheit im Multipli-

catordraht auf den Magneten ausübt. Für diese Function, welche bei der Tangenten-Boussole der Cosinus ist, hat Herr Wild für zwei ähnliche eng gewundene Multiplicatoren experimentell einen eigenthümlichen Verlauf nachgewiesen, der in einem anfänglichen Ansteigen und darauffolgendem Fallen der Function, bei wachsendem Ablenkungswinkel des Magneten, sich ausdrückt. Es ist also im Allgemeinen die dämpfende Kraft nicht eine für jede Lage des Magneten constante, sondern vom Ablenkungswinkel abhängige Grösse.

Die damit sowohl in ihren Grundlagen, als auch in ihren Consequenzen experimentell als ungenügend nachgewiesene Theorie der magnetischen Dämpfung bei grössern Amplituden des schwingenden Magneten schien folglich einer Verbreiterung wohl bedürftig und habe ich es, von Herrn Wild hierzu angeregt, versucht, eine solche Verbreiterung durchzuführen. In der vorliegenden Arbeit sind die Resultate dieses Versuches dargelegt. Weit entfernt, die Frage erschöpfend behandelt zu haben, beschränke ich mich mit der Aufstellung gewisser, sehr allgemeiner Formeln und deren Entwickelung für einige wenige specielle Fälle. Es wird aber nicht schwer sein, auf Grund dieser allgemeinen Formeln, in jedem speciellen Falle die betreffenden Entwickelungen durchzuführen.

Die vorliegende Arbeit zerfällt in fünf Capitel.

Cap. I enthält einige allgemeine Sätze, welche bei den weiter folgenden Rechnungen beständig in Anwendung kommen. Obwohl sie eigentlich nichts weiter sind als Umschreibungen des Satzes, dass bei der Betrachtung kleiner Grössen ersten Grades, kleine Grössen zweiten Grades vernachlässigt werden können, schien es doch nicht unangemessen dieselben in der in Cap. I enthaltenen präcisen Form auszudrücken. Ferner enthält Cap. I eine ganz kurze Uebersicht der allbekannten Gauss-Weber'schen Theorie der magnetischen Dämpfung.

Cap. II enthält ganz allgemeine Ausdrücke für die Dauer einer halben und einer ganzen Schwingung, für den Ausschlagswinkel, für die Geschwindigkeit beim Durchgange durch die Gleichgewichtslage, für das logorithmische Decrement etc. Alle diese Ausdrücke unterscheiden sich von den bisher üblichen durch additive Glieder, die gewisse unbestimmt gelassene Functionen enthalten, welche ihrerseits von den Gliedern abhängen, die der ursprünglichen Differentialgleichung hinzugefügt worden sind. Was das für Glieder sind, hängt natürlich von der Construction des Dämpfers ab und wird deren Einführung von dem jeweilen Ermessen des Experimentators bestimmt.

Cap. III enthält die Durchführung aller Rechnungen für den Fall, dass nur die erste der oben erwähnten Correctionen eingeführt wird, d. h. wenn nur für $\sin\varphi$ der Ausdruck $\varphi - \frac{\varphi^3}{6}$ gesetzt wird.

Cap. IV enthält die Durchführung der Rechnung für den Fall, dass die Multiplicatorfunction gleich $1 - \varphi^2$ gesetzt werden kann.

Cap. V enthält Anwendungen der unter diesen speciellen Annahmen erhaltenen Formeln.

Cap. I.

§ 1.

Wir beginnen mit dem Hinweis auf zwei, an und für sich selbstverständliche Sätze, die aber doch, in *der* Form ausgesprochen, in den weiter folgenden Rechnungen vielfache Anwendung finden werden. Es sei A der angenäherte Werth irgend einer Grösse und $A + a$ der genauere Werth derselben Grösse, wo a sehr klein ist im Vergleich mit A. Wir wollen nun ein für alle Mal $A + a$ den *corrigirten* Werth der betreffenden Grösse, A den *Haupttheil* und a den *additiven* Theil des corrigirten Werthes nennen.

Es sei $F(x) = 0$ irgend eine Gleichung und $x = \varphi$ deren völlig exacte Lösung. Die corrigirte Gleichung sei $F(x) + f(x) = 0$, wo $f(x)$ der sehr kleine additive Theil ist. Es soll die Lösung φ_1 der corrigirten Gleichung gefunden werden. Wir setzen $\varphi_1 = \varphi + \psi$; es muss also

$$F(\varphi + \psi) + f(\varphi + \psi) = 0$$

sein. Da nun aber f sehr klein gegen F und zugleich ψ sehr klein gegen φ ist, so können wir, mit Weglassung kleiner Grössen zweiten Grades, statt der obigen Gleichung

$$F(\varphi + \psi) + f(\varphi) = 0$$

setzen.

Die hier zu Grunde liegende Betrachtung kann folgendermassen ausgedrückt werden:

Satz I. *Ist die genaue Lösung φ einer angenäherten Gleichung bekannt und soll die Lösung der corrigirten Gleichung gefunden werden, so hat man in den Haupttheil der corrigirten Gleichung den corrigirten Wurzelwerth $\varphi + \psi$, in den additiven Theil der Gleichung dagegen nur den Haupttheil φ einzusetzen.*

Also:

angenäherte Gleichung

$$F(\varphi) = 0;$$

corrigirte Gleichung

$$F(\varphi + \psi) + f(\varphi) = 0. \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (\alpha)$$

Es habe nun zweitens irgend eine Function $F(x)$ durch Einsetzen des Specialwerthes x_1 für x den Werth Ω erhalten. Es soll der corrigirte Werth $\Omega + \omega$ gefunden werden, der entsteht, wenn in die corrigirte Function $F(x) + f(x)$ der corrigirte Specialwerth $x_1 + \xi$ für x gesetzt wird. Offenbar ist

$$\Omega + \omega = F(x_1 + \xi) + f(x_1 + \xi).$$

Auch hier kann, aus denselben Gründen wie oben, in dem letzten Gliede, statt $x_1 + \xi$, einfacher x_1 gesetzt werden.

Diese Betrachtungen führen zu

Satz II. *Will man den Werth einer corrigirten Function finden, welcher einem corrigirten Specialwerthe der unabhängigen Veränderlichen entspricht, so hat man in den Hauptheil der corrigirten Function den ganzen corrigirten Werth der Veränderlichen, in den additiven Theil der Function dagegen nur den Hauptheil der Veränderlichen einzusetzen.*

Also:

angenäherter Specialwerth

$$\Omega = F(x_1);$$

corrigirter Specialwerth

$$\Omega + \omega = F(x_1 + \xi) + f(x_1) \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (\beta)$$

§ 2.

In dem Nachfolgenden sollen ein für alle Mal die weiter unten zusammengestellten Bezeichnungen gebraucht werden. Das an die Buchstaben *oben* zugefügte Zeichen $^{(0)}$ soll in allen Fällen bedeuten, dass die betreffende Grösse in der bisher üblichen uncorrigirten Form genommen ist; es bedeutet also z. B. V_n die corrigirte Grösse $V_n^{(0)}$ und unterscheidet sich von dieser durch eine additive Grösse, deren Bestimmung für die verschiedenen in Betracht kommenden Grössen eben unsere Aufgabe ist. Es bedeute nun im Nachfolgenden:

t die Zeit, als unabhängige Variabele gedacht. Wir werden sie stets von dem Momente an rechnen, wo der Magnet die Gleichgewichtslage zum ersten Male verlässt.

v_1 die Anfangsgeschwindigkeit, mit welcher dies erste Verlassen der Gleichgewichtslage stattfindet. Sollte der Fall betrachtet werden, dass der Magnet seine Bewegung von einer abgelenkten Lage aus anfängt, so kann doch immer eine fictive Anfangsgeschwindigkeit hinzugedacht werden, durch welche der Magnet in jene abgelenkte Lage gebracht worden.

$v_2 \ldots v_n \ldots$ die Geschwindigkeiten, mit welchen der Magnet nach einander die ursprüngliche Gleichgewichtslage passirt.

C die Maximumelongation, wenn *gar keine Dämpfung* stattfindet.

φ der variable Winkel der magnetischen Axe der Nadel mit deren ursprünglichen Gleichgewichtslage. Dieser Winkel wird als Function der Zeit gedacht. Er wird von der Gleichgewichtslage aus nach beiden Seiten gerechnet. Der erste Ausschlag finde stets nach der positiven Seite hin statt.

$\theta_1, \theta_2 \ldots \theta_n \ldots$ die aufeinanderfolgenden Maximumwerthe des Winkels φ, wir werden sie Elongationen nennen; $\theta_1 + \theta_2$, $\theta_2 + \theta_3$ etc. sind die ganzen Schwingungsbogen.

$\tau_1, \tau_2 \ldots \tau_n \ldots$ die Zeiten der grössten Elongationen, so dass also die Zeit τ_n und der Winkel θ_n einander entsprechen.

$T_1, T_2 \ldots T_n \ldots$ die aufeinanderfolgenden *ganzen* Schwingungszeiten, von Einem Pas-

siren der Gleichgewichtslage bis zum nächsten gerechnet. Es durchläuft also der Magnet in der Zeit T_1 zweimal den Bogen θ_1, in der Zeit T_n zweimal den Bogen θ_n. Jede T_n besteht aus zwei Theilen, deren erster τ_n ist.

$\mathfrak{T}_1 = T_1$, $\mathfrak{T}_2 \ldots$ $\mathfrak{T}_n \ldots$ die Zeiten von 1, 2, 3 ... n ... ganzen Schwingungen. Es ist also

$$\left.\begin{aligned} \mathfrak{T}_n &= T_1 + T_2 + \ldots + T_n \\ T_n &= \mathfrak{T}_n - \mathfrak{T}_{n-1} \end{aligned}\right\} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (\gamma)$$

Es entsprechen sich also die Zeiten $\mathfrak{T}_n$ und die Geschwindigkeiten v_{n+1}.

t die Schwingungszeit desselben Magneten, wenn gar keine Dämpfung stattfindet.

λ_n das logarithmische Decrement, d. h.

$$\lambda_n = \lg\left(-\frac{\theta_n}{\theta_{n+1}}\right), \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (\delta)$$

also der natürliche Logarithmus des Verhältnisses zweier auf einander folgenden Elongationen.

$v_1^{(0)}$, $v_n^{(0)}$, $\varphi^{(0)}$, $\theta_1^{(0)}$, $\theta_n^{(0)}$, $\tau_1^{(0)}$, $\tau_n^{(0)}$, $T_1^{(0)}$, $T_n^{(0)}$, $\mathfrak{T}_1^{(0)}$, $\mathfrak{T}_n^{(0)}$ und $\lambda^{(0)}$ sind, wie bereits erwähnt, die uncorrigirten Werthe derselben Grössen, d. h. die Werthe, wie sie sich nach der bisherigen Theorie ergeben haben.

§ 3.

Wir wollen nun eine ganz kurz gefasste Uebersicht der bisher angenommenen Theorie der Dämpfung zusammenstellen.

Als Grundlage diente die Differentialgleichung:

$$\frac{d^2\varphi^{(0)}}{dt^2} + 2\alpha\frac{d\varphi^{(0)}}{dt} + \beta^2\varphi^{(0)} = 0 \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \textbf{(a)}$$

Für den, hier allein in Betracht kommenden Fall $\alpha < \beta$, d. h. für den Fall nicht übermässig grosser Dämpfung, erhält man, wenn die Zeit von dem Moment an gerechnet wird, wo der Magnet die Mittellage verlässt:

$$\varphi^{(0)} = Ce^{-\alpha t}\sin\varrho t, \text{ wo} \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \textbf{(b)}$$

$$\varrho = \sqrt{\beta^2 - \alpha^2} > 0 \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \textbf{(c)}$$

ist. Die Anfangsgeschwindigkeit $v_1^{(0)}$ ist gleich:

$$v_1^{(0)} = C\varrho; \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \textbf{(c')}$$

also

$$\varphi^{(0)} = \frac{v_1^0}{\varrho}e^{-\alpha t}\sin\varrho t \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \textbf{(d)}$$

Hier bedeutet C die Maximumelongation für den Fall, dass der Magnet ganz ohne Dämpfung schwingt. Es ist ferner

$$\tau_n^{(0)} = \frac{1}{\rho}\left(\operatorname{arctg}\frac{\rho}{\alpha} + (n-1)\pi\right), \quad \text{(e)}$$

$$\mathfrak{T}_n^{(0)} = \frac{n\pi}{\rho} \quad \text{(f)}$$

$$T_n^{(0)} = \frac{\pi}{\rho} = \frac{\lambda^{(0)}}{\alpha} \quad \text{(g)}$$

$$t_0 = \frac{\pi}{\beta} = \frac{\pi}{\sqrt{\rho^2 + \alpha^2}} \quad \text{(h)}$$

$$\lambda^{(0)} = \frac{\alpha\pi}{\rho} \quad \text{(i)}$$

$$\left.\begin{aligned} \Theta_1^{(0)} &= \frac{t_0}{\pi} v_1^{(0)} e^{-\frac{\lambda^{(0)}}{\pi}\operatorname{arctg}\frac{\pi}{\lambda^{(0)}}} \\ \Theta_n^{(0)} &= \frac{(-1)^{n-1} t_0}{\pi} v_1^{(0)} e^{-\frac{\lambda^{(0)}}{\pi}\operatorname{arctg}\frac{\pi}{\lambda^{(0)}} - (n-1)\lambda^{(0)}} = \Theta_1^{(0)} e^{-(n-1)\lambda^{(0)}} \end{aligned}\right\} \quad \text{(k)}$$

$$v_n^{(0)} = (-1)^{n-1} C\rho e^{-(n-1)\lambda^{(0)}} = (-1)^{n-1} v_1^{(0)} e^{-(n-1)\lambda^{(0)}} =$$

$$= (-1)^{n-1} \Theta_1^{(0)} e^{\frac{\lambda^{(0)}}{\pi}\operatorname{arctg}\frac{\pi}{\lambda^{(0)}} - (n-1)\lambda^{(0)}} \frac{\pi}{t_0}. \quad \text{(l)}$$

Die Ruhelage $x^{(0)}$ wird aus der ersten Elongation $\theta^{(0)}$ unter Einwirkung eines *constanten* Stromes gefunden nach der Formel

$$x^{(0)} = \frac{\Theta^{(0)}}{1 + e^{-\lambda^{(0)}}}. \quad \text{(m)}$$

Die durch einen *momentanen* Stoss dem Magnet verliehene Anfangsgeschwindigkeit $v_1^{(0)}$ berechnet sich aus der ersten beobachteten Elongation $\theta_1^{(0)}$ nach der Formel

$$v_1^{(0)} = \frac{\Theta_1^{(0)}\pi}{t} e^{-\frac{\lambda^{(0)}}{\pi}\operatorname{arctg}\frac{\pi}{\lambda^{(0)}}} \quad \text{(n)}$$

Benutzt man zur Messung momentaner Ströme die bekannte Multiplicationsmethode, so ist der Grenzwerth der Anfangsgeschwindigkeit

$$v_\infty^{(0)} = \frac{v_1^{(0)}}{1 - e^{-\lambda^{(0)}}}; \quad \text{(o)}$$

die Anfangsgeschwindigkeit findet sich also aus der beobachteten Maximumelongation $\theta^{(0)}$ aus der Formel

$$v_1^{(0)} = \frac{\Theta_\infty^{(0)}\pi}{t}\left(1 - e^{-\lambda^{(0)}}\right) e^{\frac{\lambda^{(0)}}{\pi}\operatorname{arctg}\frac{\pi}{\lambda^{(0)}}} \quad \text{(p)}$$

Es war nöthig eine Uebersicht dieser Formeln zusammenzustellen, um im Weiteren bequem auf dieselben Bezug nehmen zu können.

Cap. II.

§ 4.

Wir beginnen mit der Correction der ursprünglichen Grundgleichung

$$\frac{d^2\varphi^{(0)}}{dt^2} + 2\alpha\frac{d\varphi^{(0)}}{dt} + \beta^2\varphi^{(0)} = 0 \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (1)$$

Nach dem in der Einleitung Gesagten muss diese Correction aus zwei Theilen bestehen. Erstens ist in dem letzten Gliede der Factor $\varphi^{(0)}$ dem richtigen $\sin\varphi^{(0)}$ durch Hinzufügen des Gliedes $-\frac{\varphi^{(0)3}}{6}$ näher zu bringen; zweitens ist das von der Dämpfung abhängende Glied mit einer vorläufig unbestimmt zu lassenden Function von φ zu multipliciren. Es ist nun aber wohl denkbar, dass in anderen Fällen irgend welche andere Correctionen an die Gleichung (1) anzubringen sind, deren jeweilige Form von den speciellen obwaltenden Umständen, z. B. der Construction des Dämpfers, der Grösse des Luftwiderstandes etc. abhängen und nach dem Ermessen des Experimentators bestimmt werden muss. Welcher Art nun die in (1) einzuführenden Correctionen auch sein mögen, in allen Fällen kann die neue Gleichung in die Form

$$\frac{d^2\varphi}{dt^2} + 2\alpha\frac{d\varphi}{dt} + \beta^2\varphi = V\left(\varphi, \frac{d\varphi}{dt}, \frac{d^2\varphi}{dt^2}, \ldots\right) \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (2)$$

gebracht werden.

Hier bedeutet V die Gesammtheit der, auf die linke Seite der Gleichung gebrachten, additiven Glieder, welche von φ und dessen Differentialquotienten abhängen muss.

Wir setzen nun

$$\varphi = \varphi^{(0)} + \psi, \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (3)$$

wo s. (b)

$$\left.\begin{aligned} \varphi^{(0)} &= Ce^{-\alpha t}\sin\varrho t \\ \varrho &= \sqrt{\beta^2 - \alpha^2} \end{aligned}\right\} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (4)$$

Hier ist ψ das im Vergleiche mit $\varphi^{(0)}$ äusserst kleine additive Glied.

(3) in (2) eingesetzt, giebt

$$\frac{d^2\varphi^{(0)}}{dt^2} + \frac{d^2\psi}{dt^2} + 2\alpha\frac{d\varphi^{(0)}}{dt} + 2\alpha\frac{d\psi}{dt} + \beta^2\varphi^{(0)} + \beta^2\psi = V\left(\varphi^{(0)} + \psi, \frac{d(\varphi^{(0)} + \psi)}{dt}, \ldots\right). \quad (5)$$

Subtrahirt man hiervon die Gleichung (1), so bleibt

$$\frac{d^2\psi}{dt^2} + 2\alpha\frac{d\psi}{dt} + \beta^2\psi = V\left(\varphi^{(0)} + \psi, \frac{d(\varphi^{(0)} + \psi)}{dt}, \ldots\right) \quad \ldots\ldots\ldots\ldots (6)$$

Mit Zuhülfenahme des Satzes I (Cap. I, § 1) vereinfacht sich diese Gleichung bedeutend: in die additiven Glieder der Gleichung brauchen die additiven Glieder ψ nicht eingesetzt zu werden und so bleibt:

$$\frac{d^2\psi}{dt^2} + 2\alpha\frac{d\psi}{dt} + \beta^2\psi = V\left(\varphi^{(0)}, \frac{d\varphi^{(0)}}{dt}, \frac{d^2\varphi^{(0)}}{dt^2}, \ldots\right) \ldots\ldots\ldots\ldots (7)$$

Dies ist eine sog. lineare Differentialgleichung mit einem letzten Gliede. Für das letzte Glied wollen wir der Kürze wegen einfach V schreiben. Lässt man dies Glied vorläufig weg, so wird (7) identisch mit (1) und die beiden Integrale derselben sind

$$e^{-\alpha t - \rho i t} \text{ und } e^{-\alpha t + \rho i t},$$

wo $i = \sqrt{-1}$ ist. Nach allbekannten Regeln hat also das Integral von (7) die Form:

$$\psi = C_1 e^{-\alpha t - \rho i t} + C_2 e^{-\alpha t + \rho i t}, \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (8)$$

wo C_1 und C_2 als Functionen von t aus den beiden Gleichungen

$$\left.\begin{aligned} \frac{dC_1}{dt} e^{-\alpha t - \rho i t} + \frac{dC_2}{dt} e^{-\alpha t + \rho i t} &= 0 \\ (-\alpha - \rho i)\frac{dC_1}{dt} e^{-\alpha t - \rho i t} + (-\alpha + \rho i)\frac{dC_2}{dt} e^{-\alpha t + \rho i t} &= V \end{aligned}\right\} \ldots\ldots (9)$$

zu bestimmen sind. (9) giebt

$$\frac{dC_1}{dt} = -\frac{V}{2\rho i} e^{\alpha t + \rho i t}$$

$$\frac{dC_2}{dt} = \frac{V}{2\rho i} e^{\alpha t - \rho i t};$$

also

$$C_1 = -\frac{1}{2\rho i}\int V e^{\alpha t + \rho i t} dt + C'$$

$$C_2 = \frac{1}{2\rho i}\int V e^{\alpha t - \rho i t} dt + C''.$$

Dies in (8) gesetzt, giebt

$$\psi = \left[-\frac{1}{2\rho i}\int V e^{\alpha t + \rho i t} dt + C'\right] e^{-\alpha t - \rho i t} + \left[\frac{1}{2\rho i}\int V e^{\alpha t - \rho i t} dt + C''\right] e^{-\alpha t + \rho i t};$$

oder, da $e^{\pm \rho i t} = \cos \rho t \pm i \sin \rho t$ ist,

$$\psi = \left[-\frac{1}{2\rho i}\int V e^{\alpha t} \cos \rho t\, dt - \frac{1}{2\rho}\int V e^{\alpha t} \sin \rho t\, dt + C'\right] e^{-\alpha t}(\cos \rho t - i \sin \rho t) +$$

$$+ \left[\frac{1}{2\rho i}\int V e^{\alpha t} \cos \rho t\, dt - \frac{1}{2\rho}\int V e^{\alpha t} \sin \rho t\, dt + C''\right] e^{-\alpha t}(\cos \rho t + i \sin \rho t).$$

Führt man die Multiplication aus, so kürzen sich die vier imaginairen Integrale, während sich die vier reellen zu je zwei zusammenziehen lassen und es bleibt

$$\psi = \frac{e^{-\alpha t}}{\rho}\left\{\sin \rho t \int V e^{\alpha t} \cos \rho t\, dt - \cos \rho t \int V e^{\alpha t} \sin \rho t\, dt\right\} +$$
$$+ e^{-\alpha t}\left[(C' + C'')\cos \rho t - i(C' - C'')\sin \rho t\right] = 0.$$

Da der erste Theil reell ist, so müssen, da ψ reell ist, C' und C'' von der Form $a + bi$ und $a - bi$ sein; es ist also endgültig:

$$\psi = \frac{e^{-\alpha t}}{\rho}\left\{\sin \rho t \int V e^{\alpha t} \cos \rho t\, dt - \cos \rho t \int V e^{\alpha t} \sin \rho t\, dt\right\} \quad \ldots\ldots\ldots (10)$$
$$+ e^{-\alpha t}(A \cos \rho t + B \sin \rho t).$$

Dies ist die allgemeinste Form des additiven Gliedes im corrigirten Ausdruck für den Winkel φ. — Hier ist:

$$\varphi^{(0)} = C e^{-\alpha t} \sin \rho t \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (11)$$

$$\rho = \sqrt{\beta^2 - \alpha^2} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (12)$$

Es ist also Alles bekannt bis auf die vorläufig unbestimmt gelassene Function V.

Ganz besondere Aufmerksamkeit ist nun auf die richtige Bestimmung der Constanten A und B zu richten.

Die Art, wie die Constanten A und B zu bestimmen sind, erkennen wir aus der folgenden Betrachtung. Die ursprüngliche Lage des Magneten und seine Anfangsgeschwindigkeit sind doch offenbar zwei Grössen, die für jeden betrachteten realen Fall gegeben sind; sie hängen nur von der Natur des betrachteten Einzelfalles ab und können doch unmöglich durch eine veränderte analytische Behandlungsweise des ganzen Problems verändert werden. Nach den ursprünglichen Formeln war zur Zeit $t = 0$:

$$\left.\begin{aligned} \varphi^{(0)} &= 0 \\ v_1^{(0)} &= C_\rho \end{aligned}\right\} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (13)$$

(s. (c′) § 3). Damit nun der neue Ausdruck (3) demselben concreten Fall entspreche, müssen die ursprüngliche Lage und die Anfangsgeschwindigkeit nach der neuen analytischen Behandlungsweise dieselben bleiben, die sie anfangs waren, d. h. zur Zeit $t = 0$ muss sein

$$\varphi = 0 \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (14)$$

$$\frac{d\varphi}{dt} = v_1 = C_\rho = \frac{d\varphi^{(0)}}{dt} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (15)$$

Dies giebt aus (3)

$$\psi = 0 \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (16)$$

$$\frac{d\psi}{dt} = 0 \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (17)$$

Die Grössen A und B werden somit aus den zwei Gleichungen:

$$\left.\begin{aligned}(\psi)_{t=0} &= 0\\ \left(\frac{d\psi}{dt}\right)_{t=0} &= 0\end{aligned}\right\} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (18)$$

erhalten.

§ 5.

Wir wollen nun, ohne für ψ bestimmte Formen einzuführen, ganz allgemeine Ausdrücke für die Grössen: τ_1, τ_n, T_1, $\mathfrak{T}_n$, T_n, θ_1, θ_n, v_1, v_n und λ_n aufstellen und zwar in der hier angegebenen Ordnung. Die bisher üblichen Ausdrücke für diese Grössen sind im § 3 unter (*e*), (*g*), (*f*), (*h*), (*l*) und (*i*) zu finden und es handelt sich also darum, diese letzten Ausdrücke zu corrigiren, die an dieselben anzuhängenden additiven Glieder zu berechnen.

Wir beginnen mit τ_1, der Zeit vom Anfange der Bewegung bis zur ersten äussersten, positiven Elongation.

Es war (*e*) § 3

$$\tau_1^{(0)} = \frac{1}{\rho}\operatorname{arctg}\frac{\rho}{\alpha}$$

die erste Wurzel der Gleichung

$$\frac{d\varphi^{(0)}}{dt} = 0.$$

Wir setzen nun

$$\tau_1 = \frac{1}{\rho}\operatorname{arctg}\frac{\rho}{\alpha} + \frac{\sigma}{\rho} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (19)$$

als gesuchte Wurzel der corrigirten Gleichung

$$\frac{d\varphi}{dt} = 0,$$

d. h. nach (3) und (4):

$$Ce^{-\alpha t}\left\{-\alpha\sin\rho t + \rho\cos\rho t\right\} + \frac{d\psi}{dt} = 0. \quad \ldots\ldots\ldots (20)$$

Um die gesuchte Grösse σ zu finden, hat man (19) für t in (20) einzusetzen, braucht aber nach Satz I, § 1, in das letzte Glied von (20) nur das erste Glied von (19) einzusetzen. Man erhält so:

$$Ce^{-\frac{\alpha}{\rho}\operatorname{arctg}\frac{\rho}{\alpha}}e^{-\frac{\alpha\sigma}{\rho}}\left\{\frac{-\alpha\rho\cos\sigma}{\sqrt{\rho^2+\alpha^2}} - \frac{\alpha^2\sin\sigma}{\sqrt{\rho^2+\alpha^2}} + \frac{\rho\alpha\cos\sigma}{\sqrt{\rho^2+\alpha^2}} - \frac{\rho^2\sin\sigma}{\sqrt{\rho^2+\alpha^2}}\right\} + \left(\frac{d\psi}{dt}\right)_{t=\frac{1}{\rho}\operatorname{arctg}\frac{\rho}{\alpha}} = 0,$$

da nämlich

$$\sin\rho\tau_1^{(0)} = \frac{\rho}{\sqrt{\rho^2+\alpha^2}};\quad \cos\rho\tau_1^{(0)} = \frac{\alpha}{\sqrt{\rho^2+\alpha^2}}$$

sind. — Die mit $\cos\sigma$ behafteten endlichen Glieder heben sich weg und es bleibt, wenn noch

$$e^{-\frac{\alpha\sigma}{\rho}}\sin\sigma = \sigma$$

gesetzt wird

$$-\sigma\sqrt{\rho^2+\alpha^2}\,Ce^{-\frac{\alpha}{\rho}\operatorname{arctg}\frac{\rho}{\alpha}} + \left(\frac{d\psi}{dt}\right)_{t=\frac{1}{\rho}\operatorname{arctg}\frac{\rho}{\alpha}} = 0.$$

Findet man hieraus σ und setzt es in (19) ein, so erhält man endlich

$$\tau_1 = \frac{1}{\rho}\operatorname{arctg}\frac{\rho}{\alpha} + \frac{\left(\frac{d\psi}{dt}\right)_{t=\frac{1}{\rho}\operatorname{arctg}\frac{\rho}{\alpha}}}{C\rho\sqrt{\rho^2+\alpha^2}}\,e^{\frac{\alpha}{\rho}\operatorname{arctg}\frac{\rho}{\alpha}} \quad\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (21)$$

als corrigirte Formel für die Zeit der ersten halben Schwingung.

In dieser, wie in allen folgenden Formeln kann man statt $C\rho$ die Anfangsgeschwindigkeit v_1 einsetzen.

Für τ_n, d. i. die Zeit der n^{ten} Maximumelongation, erhalten wir auf demselben Wege, indem wir anfänglich

$$\tau_n = \frac{1}{\rho}\left(\operatorname{arctg}\frac{\rho}{\alpha} + (n-1)\pi\right) + \frac{\sigma_n}{\rho} \quad\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (22)$$

setzen, ohne Mühe:

$$\tau_n = \frac{1}{\rho}\left(\operatorname{arctg}\frac{\rho}{\alpha} + (n-1)\pi\right) +$$

$$+ (-1)^{n-1}\,\frac{\left(\frac{d\psi}{dt}\right)_{t=\frac{1}{\rho}\left(\operatorname{arctg}\frac{\rho}{\alpha}+(n-1)\pi\right)}}{C\rho\sqrt{\rho^2+\alpha^2}}\,e^{\frac{\alpha}{\rho}\left(\operatorname{arctg}\frac{\rho}{\alpha}+(n-1)\pi\right)} \quad\ldots\ldots\ldots (23)$$

§ 6.

Auf ähnlichem Wege wollen wir nun den corrigirten Ausdruck für die erste ganze Schwingungszeit $T_1 = \mathfrak{T}_1$ berechnen, d. i. für die Zeit vom Anfange der Bewegung bis zum ersten Passiren der Gleichgewichtslage. Es war (f) und (g)

$$T_1^{(0)} = \mathfrak{T}_1^{(0)} = \frac{\pi}{\rho}$$

die zweite Wurzel der Gleichung

$$\varphi^{(0)} = Ce^{-\alpha t}\sin\rho t = 0.$$

Die corrigirte Gleichung lautet, s. (3),

$$\varphi = Ce^{-\alpha t}\sin\rho t + \psi = 0 \quad\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (24)$$

und deren Wurzel sei

$$T_1 = \mathfrak{T}_1 = \frac{\pi}{\rho} + \frac{s}{\rho} \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (25)$$

Indem wir (25) für t in (24) einsetzen und zwar dem Satze I, § 1 zu Folge in die additiven Glieder von (24) nur das Hauptglied von (25), erhalten wir zur Bestimmung von s die Gleichung:

$$-Ce^{-\frac{\alpha\pi}{\rho}} e^{-\frac{\alpha s}{\rho}} \sin s + (\psi)_{t=\frac{\pi}{\rho}} = 0.$$

Da

$$e^{-\frac{\alpha s}{\rho}} \sin s = s + \ldots$$

ist, so bleibt

$$-Ce^{-\frac{\alpha\pi}{\rho}} s + (\psi)_{t=\frac{\pi}{\rho}} = 0;$$

also

$$s = \frac{(\psi)_{t=\frac{\pi}{\rho}}}{C} e^{\frac{\alpha\pi}{\rho}}; \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (26)$$

endlich aus (25)

$$T_1 = \mathfrak{T}_1 = \frac{\pi}{\rho} + \frac{(\psi)_{t=\frac{\pi}{\rho}}}{C\rho} e^{\frac{\alpha\pi}{\rho}}, \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (27)$$

als corrigirte Formel für die Dauer der ersten Schwingung. Auch hier kann v_1 statt $C\rho$ (16) gesetzt werden.

Auf genau gleiche Weise erhält man die Gesammtzeit von n ganzen Schwingungen, indem man statt des angenäherten Werthes (f)

$$\mathfrak{T}_n^{(0)} = \frac{n\pi}{\rho}$$

in die Gleichung (24) für t einsetzt

$$\mathfrak{T}_n = \frac{n\pi}{\rho} + \frac{s_n}{\rho}.$$

Man erhält

$$\mathfrak{T}_n = \frac{n\pi}{\rho} + (-1)^{n-1} \frac{(\psi)_{t=\frac{n\pi}{\rho}}}{C\rho} e^{\frac{n\alpha\pi}{\rho}} \ldots\ldots\ldots\ldots (28)$$

Für die allein genommene Zeit T_n der n^{ten} Schwingung erhält man aus (γ), § 2,

$$T_n = \frac{\pi}{\rho} + (-1)^{n-1} \frac{e^{\frac{n\alpha\pi}{\rho}}}{C\rho} \left\{ (\psi)_{t=\frac{n\pi}{\rho}} + e^{-\frac{\alpha\pi}{\rho}} (\psi)_{t=\frac{(n-1)\pi}{\rho}} \right\} \ldots\ldots\ldots (29)$$

Während also bisher alle die Schwingungszeiten als unter einander gleich erschienen, sehen wir, dass dies nicht richtig ist, da das additive Glied von der Ordnungszahl n abhängt.

§ 7.

Berechnen wir nun die erste Maximumelongation θ_1. Der angenäherte Werth $\theta_1^{(0)}$, (*k*) § 3, wurde erhalten durch Einsetzen von $\tau_1^{(0)}$ in $\varphi^{(0)}$. Um θ_1 zu erhalten, haben wir aus (19) für t

$$\tau_1 = \frac{1}{\rho}\operatorname{arctg}\frac{\rho}{\alpha} + \frac{\sigma}{\rho}$$

in (3) einzusetzen. Nach Satz II, § 1 haben wir in ψ nur das erste Glied von τ_1 zu nehmen. Es ist also

$$\Theta_1 = Ce^{-\frac{\alpha}{\rho}\operatorname{arctg}\frac{\rho}{\alpha}} e^{-\frac{\alpha\sigma}{\rho}}\left\{\frac{\rho\cos\sigma}{\sqrt{\rho^2+\alpha^2}} + \frac{\alpha\sin\sigma}{\sqrt{\rho^2+\alpha^2}}\right\} + (\psi)_{t=\frac{1}{\rho}\operatorname{arctg}\frac{\rho}{\alpha}}.$$

Setzt man $\cos\sigma = 1$; $\sin\sigma = \sigma$ und $e^{-\frac{\alpha\sigma}{\rho}} = 1 - \frac{\alpha\sigma}{\rho}$, so wird

$$\Theta_1 = \frac{Cpe^{-\frac{\alpha}{\rho}\operatorname{arctg}\frac{\rho}{\alpha}}}{\sqrt{\rho^2+\alpha^2}}\left(1 - \frac{\alpha\sigma}{\rho}\right)\left(1 + \frac{\alpha\sigma}{\rho}\right) + (\psi)_{t=\frac{1}{\rho}\operatorname{arctg}\frac{\rho}{\alpha}}.$$

Es heben sich also die ersten Potenzen von σ im ersten Gliede und es bleibt

$$\Theta_1 = \frac{Cpe^{-\frac{\alpha}{\rho}\operatorname{arctg}\frac{\rho}{\alpha}}}{\sqrt{\rho^2+\alpha}} + (\psi)_{t=\frac{1}{\rho}\operatorname{arctg}\frac{\rho}{\alpha}} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad (30)$$

als corrigirter Ausdruck der ersten Maximumelongation. Das erste Glied ist natürlich identisch mit $\theta_1^{(0)}$, (*k*) § 3.

Sehr vortheilhaft ist, dass sich die Grösse σ im Ausdruck für θ_1 nicht vorfindet, da die Berechnung von σ mit den allerlästigsten Weitläufigkeiten verbunden ist.

Auf identischem Wege erhalten wir

$$\Theta_n = (-1)^{n-1}\frac{Cpe^{-\frac{\alpha}{\rho}\left(\operatorname{arctg}\frac{\rho}{\alpha}+(n-1)\pi\right)}}{\sqrt{\rho^2+\alpha^2}} + (\psi)_{t=\frac{1}{\rho}\left(\operatorname{arctg}\frac{\rho}{\alpha}+(n-1)\pi\right)} \quad \ldots\ldots \quad (31)$$

als n^{ten} Werth der Maximumelongation.

§ 8.

Die Geschwindigkeit $v_2^{(0)}$ wurde angenähert erhalten durch Einsetzen von $T^{(0)} = \frac{\pi}{\rho}$ in den Werth von $\frac{d\varphi^{(0)}}{dt}$.

Den corrigirten Werth v_2 erhalten wir durch Einsetzen von T_1 für t aus (25) in

$$\frac{d\varphi}{dt} = \frac{d\varphi^{(0)}}{dt} + \frac{d\psi}{dt},$$

d. h. in

$$v_2 = \frac{d\varphi}{dt} = Ce^{-\alpha t}(-\alpha \sin \varrho t + \varrho \cos \varrho t) + \frac{d\psi}{dt}.$$

Mit Rücksichtnahme auf Satz II, § 1 erhalten wir

$$v_2 = Ce^{-\frac{\alpha\pi}{\varrho}} e^{-\frac{\alpha s}{\varrho}}(\alpha \sin s - \varrho \cos s) + \left(\frac{d\psi}{dt}\right)_{t=\frac{\pi}{\varrho}}.$$

Setzen wir $\sin s = s$; $\cos s = 1$; $e^{-\frac{\alpha s}{\varrho}} = 1 - \frac{\alpha s}{\varrho}$, so wird

$$v_2 = -C\varrho e^{-\frac{\alpha\pi}{\varrho}}\left(1 - \frac{2\alpha s}{\varrho}\right) + \left(\frac{d\psi}{dt}\right)_{t=\frac{\pi}{\varrho}}, \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (32)$$

als corrigirter Ausdruck der Geschwindigkeit, mit welcher der Magnet nach der ersten ganzen Schwingung, am Ende der Zeit T_1 die Gleichgewichtslage passirt.

Während θ von σ unabhängig bleibt, sehen wir, dass v_2 wohl s enthält, welches aus (26) zu entnehmen ist. Setzt man (26) in (32), so erhält man

$$v_2 = -C\varrho e^{-\frac{\alpha\pi}{\varrho}} + 2\alpha(\psi)_{t=\frac{\pi}{\varrho}} + \left(\frac{d\psi}{dt}\right)_{t=\frac{\pi}{\varrho}} \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (33)$$

Auf ganz ähnlichem Wege erhält man

$$v_n = (-1)^{n-1} C\varrho e^{-\frac{(n-1)\alpha\pi}{\varrho}} + 2\alpha(\psi)_{t=\frac{(n-1)\pi}{\varrho}} + \left(\frac{d\psi}{dt}\right)_{t=\frac{(n-1)\pi}{\varrho}} \ldots\ldots\ldots (34)$$

als Geschwindigkeit, mit welcher der Magnet am Ende der Zeit $\mathfrak{T}_{n-1}$ zum $(n-1)$-Male die Gleichgewichtslage passirt.

Die sämmtlichen bisher abgeleiteten Formeln enthalten die drei Constanten α, ϱ und C. Statt der ersteren beiden führen wir nun in allen Formeln die Schwingungszeit t_0 und das logarithmische Decrement $\lambda^{(0)}$, für den Fall, dass gar keine Dämpfung vorhanden ist, ein. Nur werden wir im Weiteren λ_0 statt $\lambda^{(0)}$ setzen. Nach (c), (h) und (i) § 3 haben wir

$$\left.\begin{aligned} t_0 &= \frac{\pi}{\sqrt{\varrho^2 + \alpha^2}} \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \\ \lambda_0 &= \frac{\alpha\pi}{\varrho}; \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \end{aligned}\right\} (35, a)$$

oder

$$\left.\begin{aligned} \alpha &= \frac{\pi\lambda_0}{t_0\sqrt{\pi^2+\lambda_0^2}} \\ \varrho &= \frac{\pi^2}{t_0\sqrt{\pi^2+\lambda_0^2}} \end{aligned}\right\} \quad (35, \text{b})$$

Mit Hülfe dieser beiden letzten Formeln (35, b) können wir in allen Fällen λ_0 und t_0 statt α und ϱ in die Formeln einführen. Die dritte Constante C kann durch die Anfangsgeschwindigkeit v_1 mit Hülfe der Formel

$$v_1 = C\varrho \quad (35, \text{c})$$

ersetzt werden.

Will man dagegen statt C in die Formeln die Elongation Θ_1 einführen, so setze man *in die additiven Glieder der Formeln*

$$C = \frac{\pi\Theta_1 e^{\frac{\lambda_0}{\pi}\operatorname{arctg}\frac{\pi}{\lambda_0}}}{\varrho t_0}, \quad (35, \text{d})$$

welcher Ausdruck ohne Weiteres aus (30) und (35, a) folgt. In *die Hauptglieder* ist dagegen ein genauerer Werth für C einzuführen, der aus (30) und (35, a) folgt, wenn das additive Glied in (30) mit in Betracht gezogen wird.

Aus dem eben Erklärten folgt, dass wir die Möglichkeit haben, zwei Reihen von Formeln aufzustellen: eine Reihe, in welcher alle in Betracht kommenden Grössen als Functionen der Anfangsgeschwindigkeit v_1 und eine zweite, in welcher sie als Functionen der Elongation θ_1 auftreten.

§ 9.

Wir wollen nun zeigen wie die beiden, in die Formeln eingehenden Grössen λ_0 und t_0 zu bestimmen sind und beginnen mit λ_0. Das *beobachtete* logarithmische Decrement

$$\lambda_n = \lg\left(-\frac{\Theta_n}{\Theta_{n+1}}\right)$$

ist, wie man aus (31) einsieht, nicht constant, d. h. die aufeinander folgenden Werthe dieser Grösse sind nicht untereinander gleich. Es wäre aber unzweckmässig, die Grösse als abhängig von dem Zahlenwerthe n darzustellen, da ja doch jedes Paar aufeinander folgender Schwingungen als etwas für sich unabhängig Bestehendes betrachtet werden können und die Grösse λ nicht davon abhängen kann, ob die beiden betrachteten Schwingungen Mittelglieder einer grösseren Reihe von Schwingungen oder Anfangsglieder einer anderen Reihe sind. Wir betrachten daher nur λ_1, d. h.

$$\lambda_1 = \lg\left(-\frac{\Theta_1}{\Theta_2}\right).$$

Mit Hülfe (31) drücken wir θ_2 durch θ_1 aus und erhalten nach Einführung von (35, b) und (35, d) einen Ausdruck von der Form

$$\lambda_1 = \lambda_0 + \Phi(\lambda_0)\Theta_1^m,$$

wo, wie an den weiter unten folgenden Beispielen ersichtlich sein wird, m wohl in den meisten Fällen gleich 2 sein dürfte. Wir können nun ohne weiteres statt λ_1 und θ_1 einfacher λ und θ schreiben und erhalten so

$$\lambda = \lambda_0 + \Phi(\lambda_0)\Theta^m, \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \textbf{(36, a)}$$

d. h. *den Ausdruck für das logarithmische Decrement als Function des ersten der beiden in Betracht kommenden Elongationen.*

Für $\theta = 0$ wird $\lambda = \lambda_0$; es ist also λ_0 das logarithmische Decrement für unendlich kleine Schwingungsbögen; wir wollen es das *reducirte logarithmische Decrement nennen.* Diese, in allen Formeln auftretende Grösse wird experimentell bestimmt, indem θ und λ beobachtet und dann λ_0 aus der Formel

$$\lambda_0 = \lambda - \Phi(\lambda)\Theta^m \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \textbf{(36, b)}$$

berechnet wird, die offenbar ohne Weiteres aus (36, a) folgt. In (59), (60), (78) und (79) finden sich specielle Formen für (36, a) und (36, b).

Es erübrigt die Grösse t_0, die Schwingungszeit wenn gar keine Dämpfung vorhanden ist, zu betrachten; auch diese Grösse tritt in den meisten Formeln auf. Kann der Dämpfer völlig entfernt werden, so wird t_0 direct gefunden. Kann dagegen der Dämpfer nicht völlig entfernt, sondern nur stark gedämpft werden, so findet sich t_0 auf die folgende Weise. Zuerst wird das reducirte logarithmische Decrement λ_0 gefunden, welches aber, falls die Dämpfung (wie es wohl in den meisten Fällen geschehen muss) sehr abgeschwächt worden, mit dem sonst in die Formeln eingehenden t_0 nicht identisch ist. Dann bestimme man die Zeit $\mathfrak{T}_n$ von n aufeinander folgenden Schwingungen, deren erste die Elongation θ_1 habe. Setzt man nun (35, b) und (35, d) in den Ausdruck (28), so erhält man $\mathfrak{T}_n$ in der Form:

$$\mathfrak{T}_n = \frac{nt_0\sqrt{\pi^2 + \lambda_0^2}}{\pi} + \Phi_1(t_0)$$

und daraus

$$t_0 = \frac{\pi\mathfrak{T}_n}{n\sqrt{\pi^2 + \lambda_0^2}} - \Phi_1\left(\frac{\pi\mathfrak{T}_n}{n\sqrt{\pi^2 + \lambda_0^2}}\right). \ldots\ldots\ldots\ldots \textbf{(36, c)}$$

Wir wollen uns nun noch der Betrachtung einiger Bedingungen zuwenden, welche von den zu erhaltenden Formeln *logischer Weise* erfüllt sein müssen.

Erste Bedingung. Für $\alpha = 0$ müssen sich alle Formeln in die entsprechenden, auf den Fall der Schwingung ganz ohne Dämpfung bezüglichen, verwandeln. Von diesen ist aber

bisher nur Eine *corrigirte* Formel, nämlich die für die Schwingungszeit t bekannt und zwar ist

$$t = \frac{\pi}{\beta} + \frac{\pi}{\beta}\frac{C^2}{16}.$$

Für die Zeit t_n von n Schwingungen erhält man

$$t_n = \frac{n\pi}{\beta} + \frac{n\pi}{\beta}\cdot\frac{C^2}{16}. \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (37)$$

Diese Form muss der Ausdruck (28) annehmen, wenn man in denselben $\alpha = 0$ setzt. — Die zweite Bedingung lautet also

$$(-1)^{n-1}\left\{\frac{\int^{(\psi)} t = \frac{n\pi}{\rho}\; e^{\frac{n\alpha\pi}{\rho}}}{C\rho}\right\}_{\alpha=0} = \frac{n\pi}{\beta}\cdot\frac{C^2}{16}. \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (38)$$

Zweite Bedingung. Wir werden völlig unabhängig von einander einerseits T_1 und T_n, (27) und (29) und andererseits v_n, (34), als Functionen von v_1 berechnen. Nun kann man doch offenbar die n^{te} Schwingung auch als *erste* Schwingung einer neuen Reihe betrachten; dann wird v_n zur Anfangsgeschwindigkeit in der neuen Reihe und T_n die erste Schwingungszeit. Logischer Weise muss also T_n in derselben analytischen Abhängigkeit von v_n stehen, wie T_1 von v_1. Setzt man also in den Ausdruck von T_1 statt v_1 die Grösse v_n ein, so muss T_n entstehen, oder deutlicher: *Setzt man in die Formel (27)* $C = \frac{v_1}{\rho}$ *und dann statt* v_1 *den Ausdruck (34), so muss der Ausdruck (29) entstehen.* Eine seltsame Bedingung, analytisch ausgedrückt, — aber erfüllt durch unsere weiter zu entwickelnden Formeln.

Dritte Bedingung. Die ganz gleiche Betrachtung lehrt, dass die erste Elongation θ_1 ebenso abhängen muss von der Anfangsgeschwindigkeit v_1, wie die n^{te} Elongation θ_n von der n^{ten} Durchgangsgeschwindigkeit durch die Gleichgewichtslage v_n. Also: *setzt man in (30)* $C = \frac{v_1}{\rho}$ *ein und dann statt* v_1 *den Ausdruck (34), so muss der Ausdruck (31) erhalten werden.*

Cap. III.

§ 10.

Im vorigen Capitel hatten wir keine speciellen Annahmen gemacht über die Form der an der Grundgleichung (1) anzubringenden Correctionen und die ganz allgemeine Gleichung (2) behandelt. Es zeigte sich, dass in allen, von uns abgeleiteten Formeln die Correctionsglieder abhängen von der in (10) gegebenen Grösse ψ. Nach dem in der Einleitung Gesagten und Anfang § 4 Wiederholten wird V allgemein aus zwei Theilen bestehen, deren erster $\frac{\beta^2\varphi(0)^3}{6}$ ist, während der zweite vorläufig unbestimmt bleiben soll. Wie aus (10) zu sehen ist, zerfällt dem entsprechend auch ψ in zwei Theile und zwar sei

$$\psi = \psi_1 + \psi_2. \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad (39)$$

Dann zeigen aber (21), (23), (27), (28), (29), (30), (31), (33) und (34), dass in allen Ausdrücken die betreffenden additiven Glieder in je zwei Theile zerfallen, die wir entsprechend *die ersten und zweiten Correctionen* nennen werden. Die ersten Correctionen sind in allen Fällen anzubringen und sollen dieselben daher in diesem Capitel gesondert berechnet werden.

Da die beiden Correctionen von einander unabhängig sind, so müssen sowohl ψ_1 als auch ψ_2 den Bedingungen (18) genügen.

Wir beginnen mit der Ausrechnung von ψ_1. Diese Grösse wird erhalten, wenn in (10)

$$V = \frac{\beta^2 \varphi(0)^3}{6} = \frac{\beta^2}{6} C^3 e^{-3\alpha t} \sin^3 \rho t, \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad (39, a)$$

gesetzt wird. Es ist also

$$\psi_1 = \frac{C^3 \beta^2 e^{-\alpha t}}{6\rho} \{\sin \rho t \int e^{-2\alpha t} \sin^3 \rho t \cos \rho t \, dt - \cos \rho t \int e^{-2\alpha t} \sin^4 \rho t \, dt\} + e^{-\alpha t} \{A_1 \cos \rho t + B_1 \sin \rho t\}.$$

Von den beiden hier auftretenden Integralen ist der erste:

$$\int e^{-2\alpha t} \sin^3 \rho t \cos \rho t \, dt = \frac{e^{-2\alpha t}}{8} \left\{ \frac{\rho \cos 4\rho t}{4\rho^2 + \alpha^2} + \frac{\alpha \sin 4\rho t}{2(4\rho^2 + \alpha^2)} - \frac{\rho \cos 2\rho t}{\rho^2 + \alpha^2} - \frac{\alpha \sin 2\rho t}{\rho^2 + \alpha^2} \right\} \quad (39, b)$$

und der zweite

$$\int e^{-2\alpha t} \sin^4 \rho t \, dt = \frac{e^{-2\alpha t}}{8} \left\{ -\frac{\alpha \cos 4\rho t}{2(4\rho^2 + \alpha^2)} + \frac{\rho \sin 4\rho t}{4\rho^2 + \alpha^2} + \frac{2\alpha \cos 2\rho t}{\rho^2 + \alpha^2} - \frac{2\rho \sin 2\rho t}{\rho^2 + \alpha^2} - \frac{3}{2\alpha} \right\}. \quad (39, c)$$

Dies in (13) gesetzt giebt, nachdem β^2 und $\rho^2 + \alpha^2$ gekürzt wurde:

$$\psi_1 = \frac{C^3 e^{-3\alpha t}}{32} \left\{ -\frac{\rho\alpha \cos 3\rho t}{4\rho^2 + \alpha^2} + \frac{\rho \cos \rho t}{\alpha} + \frac{(2\rho^2 - \alpha^2) \sin 3\rho t}{3(4\rho^2 + \alpha^2)} + \sin \rho t \right\} + A_1 e^{-\alpha t} \cos \rho t + B_1 e^{-\alpha t} \sin \rho t. \quad (40)$$

Dieser Ausdruck kann auch ohne weitläufige Rechnungen leicht verificirt werden, wenn man den, a priori freilich schwer zu errathenden Ansatz macht

$$\psi_1 = \frac{\beta^2 C^3 e^{-3\alpha t}}{6} (\alpha \cos 3\rho t + b \cos \rho t + c \sin 3\rho t + f \sin \rho t) + A_1 e^{-\alpha t} \cos \rho t + B_1 e^{-\alpha t} \sin \rho t.$$

Setzt man dies in (7) und daselbst noch für V seinen Werth (39, a), so erhält man zur Bestimmung der Grössen a, b, c und f die Gleichung

$$\cos 3\rho t [(4\alpha^2 - 8\rho^2) a - 12\alpha\rho c] + \cos \rho t [4\alpha^2 b - 4\alpha\rho f] + \sin 3\rho t [(4\alpha^2 - 8\rho^2) c + 12\alpha\rho a] + \\ + \sin \rho t [4\alpha^2 f + 4\alpha\rho b] = \sin^3 \rho t = \tfrac{3}{4} \sin \rho t - \tfrac{1}{4} \sin 3\rho t.$$

Durch Vergleich der Coefficienten erhalten wir

$$\left.\begin{aligned}(4\alpha^2 - 8\rho^2)\,a - 12\alpha\rho c &= 0\\ 12\rho\alpha a + 4(\alpha^2 - 8\rho^2)c &= \tfrac{1}{4}\end{aligned}\right\}$$

$$\left.\begin{aligned}4\alpha^2 f + 4\alpha\rho b &= \tfrac{3}{4}\\ -4\alpha\rho f + 4\alpha^2 b &= 0\end{aligned}\right\},$$

vier einfache Gleichungen, aus denen wir a, b, c, f finden. Setzen wir sie in den obigen Ansatz für ψ_1 ein, so erhalten wir (40), nachdem β^2 und $\alpha^2 + \rho^2$ gekürzt wurden.

Um A_1 und B_1 in (40) zu bestimmen, wenden wir uns an die Bedingungen (18).

Die erste Bedingung $(\psi_1)_{t=0} = 0$ giebt

$$\frac{C^3}{32}\left(-\frac{\rho\alpha}{4\rho^2+\alpha^2} + \frac{\rho}{\alpha}\right) + A_1 = 0,$$

also

$$A_1 = -\frac{C^3\rho^3}{8\alpha(4\rho^2+\alpha^2)};$$

die zweite Bedingung $\left(\frac{d\psi_1}{dt}\right)_{t=0} = 0$ giebt

$$-\frac{3\alpha C^3}{32}\left(-\frac{\alpha\rho}{4\rho^2+\alpha^2} + \frac{\rho}{\alpha}\right) + \frac{C^3}{32}\left(\frac{\rho(2\rho^2-\alpha^2)}{4\rho^2+\alpha^2} + \rho\right) - \alpha A_1 + \rho B_1 = 0.$$

Setzt man hier den schon gefundenen Werth von A_1 ein, so erhält man

$$B_1 = \frac{C^3\rho^2}{16(4\rho^2+\alpha^2)}.$$

Dies in (40) eingesetzt, giebt nun endgültig

$$\psi_1 = \frac{C^3 e^{-3\alpha t}}{32}\left\{-\frac{\alpha\rho\cos 3\rho t}{4\rho^2+\alpha^2} + \frac{\rho\cos\rho t}{\alpha} + \frac{(2\rho^2-\alpha^2)\sin 3\rho t}{3(4\rho^2+\alpha^2)} + \sin\rho t\right\} - \frac{C^3\rho^2 e^{-\alpha t}}{8(4\rho^2+\alpha^2)}\left\{\frac{\rho}{\alpha}\cos\rho t - \frac{1}{2}\sin\rho t\right\}. \quad (41)$$

$$\varphi = Ce^{-\alpha t}\sin\rho t + \psi_1 \quad (42)$$

Somit wäre das erste Correctionsglied ψ_1 für den variabelen Winkel φ gefunden. Es ist äusserst klein gegen den Haupttheil $\varphi^{(0)}$ von φ, da es den Factor C^3 enthält, wo C eine Grösse von der Ordnung des Winkels φ selbst ist (C ist der halbe Schwingungsbogen für den Fall, dass gar keine Dämpfung vorhanden ist).

§ 11.

Wir wollen nun die verschiedenen, im vorigen Capitel besprochenen Grössen berechnen, vorerst aber nochmals bemerken, dass, nach der von uns eingeführten Bedingung $\left(\frac{d\psi_1}{dt}\right)_{t=0}$, die Anfangsgeschwindigkeit

$$v_1 = C\rho \quad \text{(43)}$$

ist.

Die Zeit τ_1 der ersten halben Schwingung (21) und ebenso τ_n (23) werden wir gar nicht berechnen, da die Correctionsgrössen $\frac{\sigma}{\rho}$ und $\frac{\sigma_n}{\rho}$ ((19) und (22)) sich aus den Ausdrücken für die Elongationen θ_1 und θ_n ((30) und (31)) glücklicherweise wegheben. An und für sich bieten diese Correctionen kein Interesse, ihre Ausrechnung ist aber mit ganz ausserordentlichen Weitläufigkeiten verknüpft.

Wir gehen daher sofort an die Berechnung der ganzen Schwingungsdauer T aus (27). Aus (41) erhalten wir sofort

$$(\psi_1)_{t=\frac{\pi}{\rho}} = \frac{C^3\rho^3 e^{-\frac{\alpha\pi}{\rho}}\left(1-e^{-\frac{2\alpha\pi}{\rho}}\right)}{8\alpha(4\rho^2+\alpha^2)}, \quad \text{(43, a)}$$

also

$$T_1 = \frac{\pi}{\rho} + \frac{C^2\rho^2\left(1-e^{-\frac{2\alpha\pi}{\rho}}\right)}{8\alpha(4\rho^2+\alpha^2)},$$

oder

$$T_1 = \frac{\pi}{\rho}\left\{1 + \frac{C^2\rho^3\left(1-e^{-\frac{2\alpha\pi}{\rho}}\right)}{8\alpha\pi(4\rho^2+\alpha^2)}\right\} = T_1^{(0)}\{1 + \xi C^2\} \quad \text{(44)}$$

Für den Fall der verschwindenden Dämpfung, d. h. für $\alpha = 0$, erhalten wir den Ausdruck:

$$t' = \frac{\pi}{\beta}\left\{1 + \frac{C^2}{16}\right\}, \quad \text{(44')}$$

welcher allgemein üblich ist.

Der allbekannte Coefficient $\frac{1}{16}$, der in die genauere Formel für die Schwingungsdauer eines Magneten (ohne Dämpfung) eingeht, nimmt also für den Fall der Dämpfung die Form

$$\xi = \frac{\rho^3\left(1-e^{-\frac{2\alpha\pi}{\rho}}\right)}{8\alpha\pi(4\rho^2+\alpha^2)} \quad \text{(45)}$$

an.

Wir werden uns davon überzeugen, dass ξ mit wachsendem α abnimmt und für $\alpha = \beta$, $\rho = 0$, d. h. an der Grenze der aperiodischen Schwingungen Null wird. Also

Satz A. Für $V = (39, a)$. *Mit wachsender Dämpfung verringert sich der Unterschied zwischen der Schwingungszeit für endliche kleine und für unendlich kleine Schwingungsbogen.*

Um zu beweisen, dass $\frac{d\xi}{d\alpha}$ stets negativ ist, verfahren wir folgendermassen. Wir setzen

$$\frac{\alpha}{\rho} = \frac{\alpha}{\sqrt{\beta^2-\alpha^2}} = \mu,$$

wo μ mit wachsender Dämpfung von Null bis Unendlich wächst. Dann ist

$$\xi = \frac{1 - e^{-2\mu\pi}}{8\pi\mu\,(4 + \mu^2)}.$$

Der Ausdruck $\frac{d\xi}{d\mu}$ hat einen stets positiven Nenner; der Zähler, mit $e^{2\mu\pi}$ multiplicirt, ist gleich

$$2\pi\mu\,(4 + \mu^2) - (e^{2\mu\pi} - 1)\,(4 + 3\mu^2).$$

Diese Grösse behält ihr Vorzeichen, wenn man sie durch $4 + 3\mu^2$ dividirt. Es bleibt

$$2\pi\left\{\frac{\mu}{3} + \frac{8\mu}{3\,(3\mu^2 + 4)}\right\} + 1 - e^{2\pi\mu}.$$

Diese Grösse ist kleiner als

$$2\pi\left(\frac{\mu}{3} + \frac{8\mu}{3.4}\right) + 1 - e^{2\pi\mu} = 2\pi\mu + 1 - e^{2\pi\mu} = -\left\{\frac{(2\pi\mu)^2}{1.2} + \frac{(2\pi\mu)^3}{1.2.3} + \ldots\right\}.$$

Also ist auch $\frac{d\xi}{d\alpha}$ stets negativ. Für $\mu = 0$ ist $\frac{d\xi}{d\mu} = 0$. Es ist folglich $\xi = \frac{1}{16}$ in der That der Maximumwerth. Für den höchsten noch in Betracht kommenden Grad von Dämpfung ist $\mu = \infty$ und $\xi = 0$.

Es ist aber nicht zu vergessen, dass sich diese Betrachtung nur auf den Fall bezieht, wo V (s. (2)) $= (39, \mathrm{a})$ ist.

Wir wenden uns nun zur Berechnung von $\mathfrak{T}_n$, der Schwingungsdauer der n ersten Schwingungen zusammen genommen, aus (28). Aus (41) erhalten wir

$$(-1)^{n-1}(\psi_1)_{t=\frac{n\pi}{\rho}} = \frac{C^3\rho^3 e^{-\frac{n\alpha\pi}{\rho}}\left(1 - e^{-\frac{2n\alpha\pi}{\rho}}\right)}{8\alpha\,(4\rho^2 + \alpha^2)} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (46)$$

Also ist nach (28)

$$\mathfrak{T}_n = \frac{n\pi}{\rho}\left\{1 + \frac{C^2\rho^3\left(1 - e^{-\frac{2n\alpha\pi}{\rho}}\right)}{8\alpha n\pi\,(4\rho^2 + \alpha^2)}\right\} = \mathfrak{T}_n^{(0)}\{1 + \xi'_n C^2\} \quad \ldots\ldots\ldots (47)$$

die corrigirte Gesammtschwingungszeit der n ersten Schwingungen.

Der Ausdruck (46) genügt nun in der That der Bedingung (38), da für $\alpha = 0$

$$\lim \frac{1 - e^{-\frac{2n\alpha\pi}{\rho}}}{\alpha} = \frac{2n\pi}{\rho}$$

ist.

Die Zeit der n^{ten} Schwingung T_n allein betrachtet, erhält man aus (28), oder besser nach

$$T_n = \mathfrak{T}_n - \mathfrak{T}_{n-1}$$

(s. (γ) § 2), also direct aus (47). Ohne Weiteres erhält man

$$T_n = \frac{\pi}{\rho}\left\{1 + \frac{C^2\rho^3\left(1 - e^{-\frac{2\alpha\pi}{\rho}}\right)}{8\alpha\pi\,(4\rho^2 + \alpha^2)}\, e^{-\frac{2\,(n-1)\,\alpha\pi}{\rho}}\right\} = T_n^{(0)}(1 + \xi_n C^2) \quad \ldots\ldots (48)$$

Vergleicht man dies mit (44), so sieht man als Unterschied den von n abhängenden Factor im Ausdruck von ξ_n.

§ 12.

Wir gehen an die Berechnung der Elongationen θ_1 und θ_n nach (30) und (31). Aus (41) ist vorerst der Werth von ψ_1 zu berechnen, wenn

$$t = \frac{1}{\rho}\left\{\operatorname{arctg}\frac{\rho}{\alpha} + (n-1)\pi\right\}$$

gesetzt wird. Wir haben also in (41) einzusetzen

$$\cos\rho t = (-1)^{n-1}\frac{\alpha}{\sqrt{\rho^2+\alpha^2}}; \quad \sin\rho t = (-1)^{n-1}\frac{\rho}{\sqrt{\rho^2+\alpha^2}};$$

$$\cos 3\rho t = (-1)^{n-1}\frac{(\alpha^3-3\alpha\rho^2)}{(\rho^2+\alpha^2)^{\frac{3}{2}}}; \quad \sin 3\rho t = (-1)^{n-1}\frac{(3\rho\alpha^2-\rho^3)}{(\rho^2+\alpha^2)^{\frac{3}{2}}}$$

und erhalten

$$(-1)^{n-1}(\psi_1)_{t=\frac{1}{\rho}\operatorname{arctg}\frac{\rho}{\alpha}+(n-1)\pi} = \frac{C^3\rho^3(11\rho^2+23\alpha^2)\,e^{-\frac{3\alpha}{\rho}\left\{\operatorname{arctg}\frac{\rho}{\alpha}+(n-1)\pi\right\}}}{48(4\rho^2+\alpha^2)(\rho^2+\alpha^2)^{\frac{3}{2}}} -$$

$$- \frac{C^3\rho^3 e^{-\frac{\alpha}{\rho}\left\{\operatorname{arctg}\frac{\rho}{\alpha}+(n-1)\pi\right\}}}{16(4\rho^2+\alpha^2)(\rho^2+\alpha^2)^{\frac{1}{2}}}. \qquad (49)$$

Dies in (30) eingesetzt, giebt

$$\left.\begin{aligned}\Theta_1 &= \frac{C\rho e^{-\frac{\alpha}{\rho}\operatorname{arctg}\frac{\rho}{\alpha}}}{\sqrt{\rho^2+\alpha^2}}\left\{1+\frac{C^2\rho^2\left[(11\rho^2+23\alpha^2)\,e^{-\frac{2\alpha}{\rho}\operatorname{arctg}\frac{\rho}{\alpha}}-3(\rho^2+\alpha^2)\right]}{48(4\rho^2+\alpha^2)(\rho^2+\alpha^2)}\right\}\\ \Theta_1 &= \Theta_1^{0}(1+\eta_1).\end{aligned}\right\} \qquad (50)$$

Auf dieselbe Weise erhalten wir aus (31)

$$\left.\begin{aligned}\Theta_n &= (-1)^{n-1}\frac{C\rho e^{-\frac{\alpha}{\rho}\left\{\operatorname{arctg}\frac{\rho}{\alpha}+(n-1)\pi\right\}}}{\sqrt{\rho^2+\alpha^2}}\left\{1+\frac{C^2\rho^2\left[(11\rho^2+23\alpha^2)\,e^{-\frac{2\alpha}{\rho}\left\{\operatorname{arctg}\frac{\rho}{\alpha}+(n-1)\pi\right\}}-3(\rho^2-\alpha^2)\right]}{48(4\rho^2+\alpha^2)(\rho^2+\alpha^2)}\right\}\\ \Theta_n &= \Theta_n^{(0)}(1+\eta_n).\end{aligned}\right\} \qquad (51)$$

In (50) und (51) bedeuten $\theta_1^{(0)}$ und $\theta_n^{(0)}$ die betreffenden Elongationen als Functionen der Anfangsgeschwindigkeit $C\rho$. Für $\alpha = 0$ ist $\eta_1 = \eta_n = \frac{C^2}{24}$ und wir erhalten somit für den Fall, *dass gar keine Dämpfung vorhanden ist, dass die Elongation*

$$C' = C\left\{1+\frac{C^2}{24}\right\} \qquad (52)$$

ist, ein Ausdruck, über welchen späterhin Genaueres gesagt werden wird. Jetzt sei nur bemerkt, dass hier

$$C = \frac{v_1}{\beta}$$

zu setzen, wo v_1 die Anfangsgeschwindigkeit. Es ist also

$$C' = \frac{v_1}{\beta}\left\{1 + \frac{{v_1}^2}{24\beta^2}\right\} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad (53)$$

Für wachsendes α wird η_n kleiner; für das Maximum der in Betracht kommenden Dämpfung an der Gränze der aperiodischen Schwingungen wird es Null.

Um v_n zu finden haben wir nach (34) ausser $\psi_1\left(\frac{(n-1)\pi}{\rho}\right)$, welches bereits in (46) gefunden war, noch $\frac{d\psi_1}{dt}$ für $t = \frac{(n-1)\pi}{\rho}$ zu berechnen. Aus (41) erhalten wir nun

$$\left(\frac{d\psi_1}{dt}\right)_{t=\frac{n\pi}{\rho}} = \frac{(-1)^n . 3C^3\rho^3 e^{-\frac{n\alpha\pi}{\rho}}\left(1 - e^{-\frac{2n\alpha\pi}{\rho}}\right)}{16\,(4\rho^2 + \alpha^2)} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad (54)$$

Dies und (46) in (34) eingesetzt, giebt

$$\left.\begin{aligned} v_n &= (-1)^{n-1}\, C\rho e^{-\frac{(n-1)\alpha\pi}{\rho}}\left\{1 - \frac{C^2\rho^2\left(1 - e^{-\frac{2(n-1)\alpha\pi}{\rho}}\right)}{16\,(4\rho^2 + \alpha^2)}\right\}; \\ v_n &= v_n^{(0)}\,(1 - \zeta_n). \end{aligned}\right\} \quad \ldots\ldots \quad (55)$$

als n^{te} Durchgangsgeschwindigkeit durch die Gleichgewichtslage. Hier ist das Correctionsglied zum ersten Male negativ.

Die letzte zu betrachtende Grösse ist das logarithmische Decrement λ. Aus (51) erhalten wir

$$\lambda_n = \lg\left(-\frac{\Theta_n}{\Theta_{n+1}}\right) = \lg e^{-\frac{\alpha\pi}{\rho}}\left(\frac{1+\eta_n}{1+\eta_{n+1}}\right);$$

oder

$$\lambda_n = \frac{\alpha\pi}{\rho} + \lg(1 + \eta_n - \eta_{n+1})$$

oder

$$\lambda_n = \frac{\alpha\pi}{\rho} + \eta_n - \eta_{n+1} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad (56)$$

Also aus (51)

$$\lambda_n = \frac{\alpha\pi}{\rho} + \frac{C^2\rho^2\,(11\rho^2 + 23\alpha^2)\left(1 - e^{-\frac{2\alpha\pi}{\rho}}\right)}{48\,(4\rho^2 + \alpha^2)\,(\rho^2 + \alpha^2)}\, e^{-\frac{2\alpha}{\rho}\left[\operatorname{arctg}\frac{\rho}{\alpha} + (n-1)\pi\right]} \quad \ldots\ldots\ldots \quad (57)$$

Wir sehen also, dass λ für die aufeinander folgenden Bogen nicht constant ist. Führt man mit Hülfe von (51) statt $C\rho$ die Elongation ein, so erhält das zweite Glied als Factor das Quadrat des Elongationswinkels. Es ist also $\frac{\alpha\pi}{\rho}$ das logarithmische Decrement für unendlich kleine Bögen. Wir wollen es das reducirte logarithmische Decrement nennen und mit λ_0 bezeichnen.

Es ist also

$$\lambda_0 = \frac{\alpha\pi}{\rho} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (58)$$

Dies λ_0 ist identisch mit $\lambda^{(0)}$, dem nicht corrigirten bisher gebrauchten Werthe des logarithmischen Decrementes.

Wir erhalten nun aus (51)

$$C\rho = \Theta_n^{(0)} \sqrt{\rho^2 + \alpha^2}\, e^{\frac{\alpha}{\rho}\left[\operatorname{arctg}\frac{\rho}{\alpha} + (n-1)\pi\right]} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots (58, a)$$

In (57) ist das Quadrat dieses Ausdruckes einzusetzen und erhalten wir so λ_n als Function von θ_n:

$$\lambda_n = \frac{\alpha\pi}{\rho} + \frac{(11\rho^2 + 23\alpha^2)\left(1 - e^{-\frac{2\alpha\pi}{\rho}}\right)}{48\,(4\rho^2 + \alpha^2)}\,\Theta_n^2.$$

Die Grösse n hat sich hier völlig weggekürzt, d. h. es ist λ_n eine Function von θ_n, die von der Ordnungszahl n nicht abhängt. Bezeichnet man also den ersten der zwei in Betracht kommenden Elongationen durch θ und das log. Decrement mit λ, so erhalten wir mit Rücksicht auf (58)

$$\lambda = \lambda_0 + \frac{11\pi^2 + 23\lambda_0^2}{48\,(4\pi^2 + \lambda_0^2)}\left(1 - e^{-2\lambda_0}\right)\Theta^2 \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (59)$$

Hieraus mit Rücksicht auf Satz II

$$\lambda_0 = \lambda - \frac{11\pi + 23\lambda^2}{48\,(4\pi^2 + \lambda^2)}\left(1 - e^{-2\lambda}\right)\Theta^2 \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (60)$$

Diese letzte Formel ist für uns von der grössten Wichtigkeit. *Der Versuch giebt uns nämlich die Grösse* λ, *während in alle weiteren Formeln* λ_0 *eingeht.* (60) *wollen wir die Reductionsformel für das logarithmische Decrement nennen.*

§ 13.

Die in den vorigen §§ gefundenen Ausdrücke (44), (47), (48), (51) und (55) für die Grössen T_1, $\mathfrak{T}_n$, T_n, θ_n und v_n enthalten vorläufig die an und für sich nicht interessante Grösse C und die Constanten α und ρ. Wir werden nun zwei Reihen von Formeln zusammenstellen: in der ersten werden jene Grössen durch die Anfangsgeschwindigkeit, in der zweiten durch die Elongation ausgedrückt sein. Statt der Constanten α und ρ werden wir ferner zwei Grössen einführen, die direct aus dem Versuch gefunden werden können: das reducirte log. Decrement, welches wir aus (60) berechnen, nachdem der Versuch λ direct gegeben und die reducirte Schwingungszeit t_0, welche

$$t_0 = \frac{\pi}{\beta} = \frac{\pi}{\sqrt{\rho^2 + \alpha^2}} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (61)$$

ist und entweder direct gefunden wird, wenn die Dämpfung aufgehoben werden kann, oder aus einer Formel zu berechnen ist, welche weiter unten, s. (65, g), aus dem allgemeinen Ausdruck (36, c) entwickelt werden wird.

Durch Einführen von (35, b) und (35, c) in die Formeln (44), (47), (48), (51) und (55) erhalten wir die Reihe:

$$T_1 = T_1^{(0)}\left\{1 + \frac{v_1^2\,(1-e^{-2\lambda_0})\,(\pi^2+\lambda_0^2)\,t_0^2}{8\lambda_0\,(4\pi^2+\lambda_0^2)\,\pi^2}\right\}, \quad \textbf{(62, a)}$$

$$\mathfrak{T}_n = \mathfrak{T}_n^{(0)}\left\{1 + \frac{v_1^2\,(1-e^{-2n\lambda_0})\,(\pi^2+\lambda_0^2)\,t_0^2}{8n\lambda_0\,(4\pi^2+\lambda_0^2)\,\pi^2}\right\}, \quad \textbf{(62, b)}$$

$$T_n = T_n^{(0)}\left\{1 + \frac{v_1^2\,(1-e^{-2\lambda_0})\,(\pi^2+\lambda_0^2)\,t_0^2 e^{-2(n-1)\lambda_0}}{8\lambda_0\,(4\pi^2+\lambda_0^2)\,\pi^2}\right\}. \quad \textbf{(62, c)}$$

$$\Theta_1 = \Theta_1^{(0)}\left\{1 + \frac{v_1^2\left[(11\pi^2+23\lambda_0^2)\,e^{-2\frac{\lambda_0}{\pi}\operatorname{arctg}\frac{\pi}{\lambda_0}} - 3\,(\pi^2+\lambda_0^2)\right]t_0^2}{48\,(4\pi^2+\lambda_0^2)\,\pi^2}\right\}. \quad \textbf{(63, a)}$$

$$\Theta_n = \Theta_n^{(0)}\left\{1 + \frac{v_1^2\left[(11\pi^2+23\lambda_0^2)\,e^{-2\frac{\lambda_0}{\pi}\operatorname{arctg}\frac{\pi}{\lambda_0}-2(n-1)\lambda_0} - 3\,(\pi^2+\lambda_0^2)\right]t_0^2}{48\,(4\pi^2+\lambda_0^2)\,\pi^2}\right\}. \quad \textbf{(63, b)}$$

$$v_n = (-1)^{n-1} v_1 e^{-(n-1)\lambda_0}\left\{1 - \frac{v_1^2(1-e^{-2(n-1)\lambda_0})\,(\pi^2+\lambda_0^2)\,t_0^2}{16\,(4\pi^2+\lambda_0^2)\,\pi^2}\right\}. \quad \textbf{(63, c)}$$

Hier sind $\theta_1^{(0)}$, $\theta_n^{(0)}$ und $v_n^{(0)}$ als Functionen der Anfangsgeschwindigkeit v_1 gedacht und in (k) und (l) § 3 gegeben. Ferner ist:

$$\mathfrak{T}_n^{(0)} = T_n^{(0)} = \frac{n t_0 \sqrt{\pi^2+\lambda_0^2}}{\pi}. \quad \textbf{(63, d)}$$

Die hier gefundenen Formeln genügen den im § 9 aufgestellten zweiten und dritten Bedingungen. Schreibt man in (62, a) v_n statt v_1 und dann aus (63, c) (nach Satz II, § 1)

$$v_n = \pm\, v_1 e^{-(n-1)\lambda_0}, \quad \textbf{(63, e)}$$

so erhält man T_n, was man direct sieht. Ersetzt man ferner in (63, a) $\theta_1^{(0)}$ durch seinen Werth nach (k) § 3, schreibt v_n statt v_1 und führt gemäss Satz II, § 1 in den ersten Theil des erhaltenen Ausdruckes die ganze Grösse v_n aus (63, c), in den zweiten Theil aber nur (63, e), so erhält man genau (63, b).

Die Formeln (63, a) und (63, b) geben uns die Möglichkeit, den Verlauf des Reductionscoefficienten im Ausdruck der Elongation als Function der Anfangsgeschwindigkeit genau zu bestimmen. Für den Fall, dass keine Dämpfung vorhanden ist, hatten wir den Ausdruck (53) erhalten. (63, a) und (63, b) zeigen nun, dass an der Grenze der aperiodischen Schwin-

gungen, für $\lambda_0 = \infty$ jener Coefficient $\frac{23e^{-2}-3}{48\beta^2}$ oder ungefähr $+\frac{1}{4800\beta^2}$ ist. (53) zeigt, dass, wenn gar keine Dämpfung vorhanden ist, jener Coefficient gleich $\frac{1}{24\beta^2}$ ist. Dies giebt uns:

Satz B. *Für $V=$(39 a). Das Correctionsglied im Ausdruck der Elongation als Function der Anfangsgeschwindigkeit ist für verschwindende Dämpfung positiv, wird mit wachsender Dämpfung immer kleiner und erreicht einen sehr kleinen Minimumwerth für das Maximum der Dämpfung.*

§ 14.

Wir wollen nun die Grössen T_1, $\mathfrak{T}_n$ etc. als Functionen der Elongation θ_1 darstellen. Zu dem Zwecke haben wir gemäss Satz II, § 1 in die Formeln (44), (47) etc. aus (50) nur einzusetzen

$$C\varrho = \Theta_1 e^{\frac{\alpha}{\rho}\operatorname{arctg}\frac{\rho}{\alpha}} \sqrt{\varrho^2+\alpha^2} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (64)$$

Eine Ausnahme macht nur (51) und (55), wo wir in das erste Glied von θ_n und v_n den aus (50) leicht zu erhaltenden genauen Werth von $C\varrho$ einsetzen müssen; derselbe findet sich weiter unten im Ausdruck für v_1, s. (65, e).

Wir erhalten:

$$T_1 = T_1^{(0)}\left\{1 + \frac{\Theta_1^2(1-e^{-2\lambda_0})(\pi^2+\lambda_0^2)e^{2\frac{\lambda_0}{\pi}\operatorname{arctg}\frac{\pi}{\lambda_0}}}{8\lambda_0(4\pi^2+\lambda_0^2)}\right\}, \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (65, a)$$

$$\mathfrak{T}_n = \mathfrak{T}_n^{(0)}\left\{1 + \frac{\Theta_1^2(1-e^{-2n\lambda_0})(\pi^2+\lambda_0^2)e^{2\frac{\lambda_0}{\pi}\operatorname{arctg}\frac{\pi}{\lambda_0}}}{8n\lambda_0(4\pi^2+\lambda_0^2)}\right\}, \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (65, b)$$

wo $\mathfrak{T}_n^{(0)}$ in (f) § 3 gegeben ist,

$$T_n = T_n^{(0)}\left\{1 + \frac{\Theta_1^2(1-e^{-2\lambda_0})(\pi^2+\lambda_0^2)e^{\frac{2\lambda_0}{\pi}\operatorname{arctg}\frac{\pi}{\lambda_0}-2(n-1)\lambda_0}}{8\lambda_0(4\pi^2+\lambda_0^2)}\right\}, \quad \ldots\ldots\ldots (65, c)$$

$$\Theta_n = \Theta_n^{(0)}\left\{1 - \frac{\Theta_1^2(11\pi^2+23\lambda_0^2)(1-e^{-2(n-1)\lambda_0})}{48(4\pi^2+\lambda_0^2)}\right\}, \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (65, d)$$

$$v_1 = C\varrho = v_1^{(0)}\left\{1 - \frac{\Theta_1^2\left[(11\pi^2+23\lambda_0^2)-3(\pi^2+\lambda_0^2)e^{2\frac{\lambda_0}{\pi}\operatorname{arctg}\frac{\pi}{\lambda_0}}\right]}{48(4\pi^2+\lambda_0^2)}\right\}, \quad \ldots\ldots\ldots (65, e)$$

$$v_n = v_n^{(0)}\left\{1 - \frac{\Theta_1^2\left[(11\pi^2+23\lambda_0^2)-3(\pi^2+\lambda_0^2)e^{2\frac{\lambda_0}{\pi}\operatorname{arctg}\frac{\pi}{\lambda_0}-2(n-1)\lambda_0}\right]}{48(4\pi^2+\lambda_0^2)}\right\}, \quad \ldots\ldots\ldots (65, f)$$

In allen diesen Ausdrücken sind die mit $^{(0)}$ bezeichneten Grössen als die nach der bisher üblichen Theorie gebildeten Grössen anzusehen; für die Zeiten $\mathfrak{T}_n^{(0)}$ und $T_n^{(0)}$ gilt wieder (63, d), während $\theta_n^{(0)}$, $v_1^{(0)}$ und $v_n^{(0)}$ als Functionen von θ_1 in (k) und (l) § 3 zu finden sind.

Setzt man in T_1 und v_1 statt θ_1 die Grösse θ_n aus (65, d), so erhält man genau T_n und v_n, eine Bedingung, die logischerweise erfüllt sein muss, sollen die Formeln richtig sein. Man hat sich bei diesen Rechnungen wohl an Satz II, § 1 zu erinnern.

Wir haben noch einen Ausdruck für t_0 aufzustellen. Aus (65, b) erhalten wir nach der § 9 gegebenen Vorschrift

$$t_0 = \frac{\pi \mathfrak{T}_n}{n\sqrt{\pi^2 + \lambda_0^2}} - \Theta_1^2 \frac{\mathfrak{T}_n (1 - e^{-2n\lambda_0})(\pi^2 + \lambda_0^2) e^{\frac{2\lambda_0}{\pi} \operatorname{arctg} \frac{\pi}{\lambda_0}}}{8n\lambda_0 (4\pi^2 + \lambda_0^2)} \ldots\ldots\ldots \textbf{(65, g)}$$

Es wäre vielleicht nützlich die *ersten* Correctionen auch noch für einige Formeln zu berechnen, zu welchen man bei Anwendung der Theorie der Dämpfung gelangt, z. B. für die Formel, zu welcher die Weber'sche Multiplicationsmethode führt. Doch unterlassen wir dies; wir werden vielmehr für jene Formeln, unter der im nächsten Capitel in's Auge gefassten Annahme für V, gleich beide Correctionen berechnen. Dies wird genugsam zeigen, wie man bei diesen Rechnungen zu verfahren hat.

Cap. IV.

§ 15.

Die durch ψ_2, s. (39), characterisirte zweite Correction kann, je nach den obwaltenden Umständen, eine sehr verschiedene sein. Wir wenden uns der in der Einleitung besprochenen Annahme, dass das zweite Glied der Grundgleichung (1) mit einer gewissen Function des Winkels $\varphi^{(0)}$ zu multipliciren ist, der Multiplicatorfunction zu. Die einfachste Annahme, die wir machen können, ist, dass wir die Multiplicatorfunction gleich $\cos^2\varphi$ oder ohngefähr gleich $1 - \dot{\varphi}^2$ setzen. Hiedurch tritt in (2), als der zweite Theil von V das Glied

$$V = 2\alpha\varphi^2 \frac{d\varphi}{dt} = 2\alpha C^3 e^{-3\alpha t} \sin^2\rho t \{\rho \cos \rho t - \alpha \sin \rho t\} \ldots\ldots\ldots \textbf{(66)}$$

auf, welches in (10) statt V zu setzen ist, um ψ_2 zu erhalten. Die hiebei auftretenden Integrale sind die beiden auch in ψ_1 vorkommenden, deren Werthe in (39, b) und (39, c) bereits angegeben sind, und noch das Integral

$$\int e^{-2\alpha t} \sin^2\rho t \cos^2\rho t\, dt = \frac{e^{-2\alpha t}}{8} \left\{ \frac{\alpha \cos 4\rho t}{2(4\rho^2 + \alpha^2)} - \frac{\rho \sin 4\rho t}{4\rho^2 + \alpha^2} - \frac{1}{2\alpha} \right\} \ldots\ldots \textbf{(66, a)}$$

Mit Hülfe dieser 3 Integrale erhält man für ψ_2 aus (10)

$$\psi_2 = \frac{C^3 \alpha e^{-3\alpha t}}{4} \left\{ \frac{\rho \cos 3\rho t}{4\rho^2 + \alpha^2} - \frac{\rho \cos \rho t}{\rho^2 + \alpha^2} + \frac{\alpha \sin 3\rho t}{2(4\rho^2 + \alpha^2)} - \frac{(\rho^2 + 3\alpha^2) \sin \rho t}{2\alpha(\rho^2 + \alpha^2)} \right\} +$$

$$+ e^{-\alpha t} \{A_2 \cos \rho t + B_2 \sin \rho t\} \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \textbf{(67)}$$

Sehr leicht lässt sich dieser Ausdruck finden und verificiren, wenn wir, ähnlich wie dies im § 10 mit ψ_1 geschehen war, für ψ_2 den Ansatz machen

$$\psi_2 = 2\alpha C^3 e^{-3\alpha t}\{a\cos 3\varrho t + b\cos\varrho t + c\sin 3\varrho t + f\sin\varrho t\}.$$

Setzen wir diesen Werth in (7) ein, nachdem in dieser Gleichung für V sein Werth (66) eingesetzt worden, so erhalten wir als Identität:

$$\cos 3\varrho t\,[(4\alpha^2 - 8\varrho^2)a - 12\alpha\varrho c] + \cos\varrho t\,[4\alpha^2 b - 4\alpha\varrho f] +$$

$$+ \sin 3\varrho t\,[(4\alpha^2 - 8\varrho^2)c + 12\alpha\varrho a] + \sin\varrho t\,[4\alpha^2 f + 4\alpha\varrho b] = -\frac{\varrho}{4}\cos 3\varrho t +$$

$$+ \frac{\varrho}{4}\cos\varrho t + \frac{\alpha}{4}\sin 3\varrho t - \frac{3\alpha}{4}\sin\varrho t.$$

Durch Vergleich der Coefficienten erhalten wir sofort die Grössen a, b, c, f, also ψ_2.

Um A_2 und B_2 in (67) zu bestimmen, wenden wir uns an die Bedingungen (18). Die erste Bedingung $(\psi_2)_{t=0} = 0$ giebt:

$$\frac{C^3\alpha}{4}\left\{\frac{\varrho}{4\varrho^2+\alpha^2} - \frac{\varrho}{\varrho^2+\alpha^2}\right\} + A_1 = 0,$$

also

$$A_1 = \frac{3C^3\varrho^3\alpha}{4(4\varrho^2+\alpha^2)(\varrho^2+\alpha^2)};$$

die zweite Bedingung $\left(\frac{d\psi_2}{dt}\right)_{t=0} = 0$ giebt

$$B_1 = \frac{C^3\varrho^2}{4}\frac{2\varrho^2-\alpha^2}{(4\varrho^2+\alpha^2)(\varrho^2+\alpha^2)}.$$

Dies in (67) eingesetzt giebt:

$$\psi_2 = \frac{C^3e^{-3\alpha t}}{4}\left\{\frac{\varrho\alpha\cos 3\varrho t}{4\varrho^2+\alpha^2} - \frac{\varrho\alpha\cos\varrho t}{\varrho^2+\alpha^2} + \frac{\alpha^2\sin 3\varrho t}{2(4\varrho^2+\alpha^2)} - \frac{\varrho^2+3\alpha^2}{2(\varrho^2+\alpha^2)}\sin\varrho t\right\} +$$

$$+ \frac{3C^3\varrho^3\alpha\, e^{-\alpha t}\cos\varrho t}{4(4\varrho^2+\alpha^2)(\varrho^2+\alpha^2)} + \frac{C^3\varrho^2(2\varrho^2-\alpha^2)e^{-\alpha t}\sin\varrho t}{4(4\varrho^2+\alpha^2)(\varrho^2+\alpha^2)} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots \textbf{(68)}$$

§ 16.

Wir wollen nun die verschiedenen corrigirten Werthe mit Hülfe der Cap. II aufgestellten allgemeinen Formeln berechnen und zwar indem wir beide Correctionen, sowohl die durch ψ_1, als auch die durch ψ_2 bedingte, auf einmal in Betracht ziehen, so dass für alle weiteren Formeln die Differenzialgleichung

$$\frac{d^2\varphi}{dt^2} + 2\alpha\frac{d\varphi}{dt}(1-\varphi^2) + \beta^2\varphi - \frac{\beta^2}{6}\varphi^3 = 0 \quad \ldots\ldots\ldots\ldots \textbf{(68, a)}$$

als Grundlage gedacht werden muss.

Die von ψ_1 abhängigen ersten Theile der additiven Glieder entnehmen wir direct dem vorigen Capitel. Die Anfangsgeschwindigkeit bleibt unverändert die frühere $v_1 = C\varrho$, s. (43). Die Zeiten τ_n der ersten halben Schwingungen werden wir als uninteressant nicht berechnen. Man findet sie aus (21) und (23).

Die ganze erste Schwingungsdauer findet sich aus (27). Da $\psi_1\left(\frac{\pi}{\varrho}\right)$ bereits in (43, a) gefunden war, so haben wir nur $\psi_2\left(\frac{\pi}{\varrho}\right)$ zu finden. Aus (68) finden wir

$$(\psi_2)_{t=\frac{\pi}{\varrho}} = -\frac{3C^3\varrho^3\alpha e^{-\frac{\alpha\pi}{\varrho}}\left(1-e^{-\frac{2\alpha\pi}{\varrho}}\right)}{4(4\varrho^2+\alpha^2)(\varrho^2+\alpha^2)}.$$

Dies mit (43, a) verbunden, giebt

$$(\psi_1+\psi_2)_{t=\frac{\pi}{\varrho}} = \frac{C^3\varrho^3(\varrho^2-5\alpha^2)e^{-\frac{\alpha\pi}{\varrho}}\left(1-e^{-\frac{2\alpha\pi}{\varrho}}\right)}{8\alpha(4\varrho^2+\alpha^2)(\varrho^2+\alpha^2)},$$

also aus (27)

$$T_1 = \frac{\pi}{\varrho}\left\{1+\frac{C^2\varrho^3(\varrho^2-5\alpha^2)\left(1-e^{-\frac{2\alpha\pi}{\varrho}}\right)}{8\pi\alpha(4\varrho^2+\alpha^2)(\varrho^2+\alpha^2)}\right\} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \textbf{(69)}$$

Eine genauere Betrachtung des additiven Gliedes schieben wir auf später auf, wenn statt C die Grössen v oder θ eingeführt sein werden.

Um ferner $\mathfrak{T}_n$, die Gesammtschwingungsdauer der n ersten Schwingungen zu finden, haben wir nach (28) $(\psi_2)_{t=\frac{n\pi}{\varrho}}$ zu berechnen. (68) giebt uns

$$(-1)^{n-1}(\psi_2)_{t=\frac{n\pi}{\varrho}} = -\frac{3C^3\varrho^3\alpha e^{-\frac{n\alpha\pi}{\varrho}}\left(1-e^{-\frac{2n\alpha\pi}{\varrho}}\right)}{4(4\varrho^2+\alpha^2)(\varrho^2+\alpha^2)} \quad \ldots\ldots\ldots \textbf{(69, a)}$$

Dies und (46) in (28) eingesetzt, giebt

$$\mathfrak{T}_n = \frac{n\pi}{\varrho}\left\{1+\frac{C^2\varrho^3(\varrho^2-5\alpha^2)\left(1-e^{-\frac{2n\alpha\pi}{\varrho}}\right)}{8n\pi\alpha(4\varrho^2+\alpha^2)(\varrho^2+\alpha^2)}\right\} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \textbf{(70)}$$

Die Zeit der n^{ten} Schwingung T_n erhält man aus (29) oder besser aus

$$T_n = \mathfrak{T}_n - \mathfrak{T}_{n-1},$$

s. (γ) § 2, also direct aus (70). Ohne Weiteres erhält man

$$T_n = \frac{\pi}{\varrho}\left\{1+\frac{C^2\varrho^3(\varrho^2-5\alpha^2)\left(1-e^{-\frac{2\alpha\pi}{\varrho}}\right)}{8\alpha\pi(4\varrho^2+\alpha^2)(\varrho^2+\alpha^2)}e^{-\frac{2(n-1)\alpha\pi}{\varrho}}\right\} \quad \ldots\ldots\ldots \textbf{(71)}$$

Die erste Elongation θ_1 erhalten wir aus (30); wir haben die § 12 gegebenen Werthe von $\cos\varrho t$, $\sin\varrho t$, $\cos 3\varrho t$, $\sin 3\varrho t$ in (68) einzusetzen und erhalten

$$(\psi_2)_t = \frac{1}{\rho}\left\{\operatorname{arctg}\frac{\rho}{\alpha} + (n-1)\pi\right\} =$$

$$= -\frac{C^3\rho^3(\rho^2+7\alpha^2)e^{-\frac{3\alpha}{\rho}\left\{\operatorname{arctg}\frac{\rho}{\alpha}+(n-1)\pi\right\}}}{2(4\rho^2+\alpha^2)(\rho^2+\alpha^2)^{\frac{3}{2}}} + \frac{C^3\rho^3 e^{-\frac{\alpha}{\rho}\left\{\operatorname{arctg}\frac{\rho}{\alpha}+(n-1)\pi\right\}}}{2(4\rho^2+\alpha^2)(\rho^2+\alpha^2)^{\frac{1}{2}}} \quad \ldots\ldots (71, a)$$

Dies und (49) in (30) eingesetzt, giebt

$$\Theta_1 = \frac{C\rho e^{-\frac{\alpha}{\rho}\operatorname{arctg}\frac{\rho}{\alpha}}}{\sqrt{\rho^2+\alpha^2}}\left\{1 + \frac{C^2\rho^2\left[21(\rho^2+\alpha^2) - (13\rho^2+145\alpha^2)e^{-\frac{2\alpha}{\rho}\operatorname{arctg}\frac{\rho}{\alpha}}\right]}{48(4\rho^2+\alpha^2)(\rho^2+\alpha^2)}\right\} \quad \ldots\ldots (72)$$

Auf dieselbe Weise erhalten wir aus (31)

$$\Theta_n = (-1)^{n-1}\frac{C\rho e^{-\frac{\alpha}{\rho}\left(\operatorname{arctg}\frac{\rho}{\alpha}-(n-1)\pi\right)}}{\sqrt{\rho^2+\alpha^2}}\left\{1 + \frac{C^2\rho^2\left[21(\rho^2+\alpha^2) - (13\rho^2+145\alpha^2)e^{-\frac{2\alpha}{\rho}\left[\operatorname{arctg}\frac{\rho}{\alpha}+(n-1)\pi\right]}\right]}{48(4\rho^2+\alpha^2)(\rho^2+\alpha^2)}\right\}. \quad (73)$$

Um v_n zu finden, haben wir nach (34), da die übrigen Grössen bereits bekannt sind, nur noch $\frac{d\psi_2}{dt}$ für $t = \frac{n\pi}{\rho}$ zu berechnen. Aus (68) erhalten wir

$$\left(\frac{d\psi_2}{dt}\right)_{t=\frac{n\pi}{\rho}} = (-1)^n \frac{C^3\rho^3(\rho^2-2\alpha^2)e^{-\frac{n\alpha\pi}{\rho}}\left(1-e^{-\frac{2n\alpha\pi}{\rho}}\right)}{2(4\rho^2+\alpha^2)(\rho^2+\alpha^2)} \quad \ldots\ldots\ldots (73, a)$$

Dies und ferner (46), (54) und (69, a) in (34) eingesetzt, giebt:

$$v_n = (-1)^{n-1}v_1 e^{-(n-1)\frac{\alpha\pi}{\rho}}\left\{1 + \frac{7C^2\rho^2\left(1-e^{-\frac{2(n-1)\alpha\pi}{\rho}}\right)}{16(4\rho^2+\alpha^2)}\right\} \quad \ldots\ldots\ldots (74)$$

Das logarithmische Decrement λ_n erhält man endlich aus (56), wo unter η_n das zweite Glied in den Klammern des Ausdruckes (73) zu verstehen ist. Wir erhalten so

$$\lambda_n = \frac{\alpha\pi}{\rho} - \frac{C^2\rho^2(13\rho^2+145\alpha^2)\left(1-e^{-\frac{2\alpha\pi}{\rho}}\right)e^{-\frac{2\alpha}{\rho}\left[\operatorname{arctg}\frac{\rho}{\alpha}+(n-1)\pi\right]}}{48(4\rho^2+\alpha^2)(\rho^2+\alpha^2)}, \quad \ldots\ldots\ldots (75)$$

einen Ausdruck, in welchem sich das additive Glied sogar durch das Vorzeichen von dem in (57) auftretenden unterscheidet. Führt man, wie dies gleich geschehen wird, statt C die Elongation θ_n ein, so erhält das additive Glied den Factor θ_n^2, verschwindet also für unendliche kleine Schwingungen. Wir werden daher, wie früher $\frac{\alpha\pi}{\rho}$ das reducirte logarithmische Decrement nennen und mit λ_0 bezeichnen, s. (58).

§ 17.

Wir wollen nun, entsprechend (62) und (63), eine Reihe von Formeln aufstellen, in welchen die eben berechneten Grössen als Functionen der Anfangsgeschwindigkeit v_1 dargestellt sind. Zu dem Zwecke setzen wir $C\varrho = v_1$ und führen zugleich λ_0 und t_0 vermittelst (35, b) ein. Wir erhalten auf diese Weise aus (69), (70), (71), (72), (73) und (74)

$$T_1 = T_1^{(0)} \left\{1 + \frac{v_1^2 (\pi^2 - 5\lambda_0^2)(1 - e^{-2\lambda_0}) t_0^2}{8\lambda_0 (4\pi + \lambda_0^2)\pi^2}\right\}, \quad \text{(76, a)}$$

$$\mathfrak{T}_n = \mathfrak{T}_n^{(0)} \left\{1 + \frac{v_1^2 (\pi^2 - 5\lambda_0^2)(1 - e^{-2n\lambda_0}) t_0^2}{8n\lambda_0 (4\pi^2 + \lambda_0^2)\pi^2}\right\}, \quad \text{(76, b)}$$

$$T_n = T_n^{(0)} \left\{1 + \frac{v_1^2 (\pi^2 - 5\lambda_0^2)(1 - e^{-2\lambda_0}) e^{-2(n-1)\lambda_0} t_0^2}{8\lambda_0 (4\pi^2 + \lambda_0^2)\pi^2}\right\}, \quad \text{(76, c)}$$

$$\Theta_1 = \Theta_1^{(0)} \left\{1 + \frac{v_1^2 \left[21(\pi^2 + \lambda_0^2) - (13\pi^2 + 145\lambda_0^2) e^{-\frac{2\lambda_0}{\pi} \operatorname{arctg} \frac{\pi}{\lambda_0}}\right] t_0^2}{48(4\pi^2 + \lambda_0^2)\pi^2}\right\}, \quad \text{(76, d)}$$

$$\Theta_n = \Theta_n^{(0)} \left\{1 + \frac{v_1^2 \left[21(\pi^2 + \lambda_0^2) - (13\pi^2 + 145\lambda_0^2) e^{-\frac{2\lambda_0}{\pi} \operatorname{arctg} \frac{\pi}{\lambda_0} - 2(n-1)\lambda_0}\right] t_0^2}{48(4\pi^2 + \lambda_0^2)\pi^2}\right\}. \quad \text{(76, e)}$$

$$v_n = v_n^{(0)} \left\{1 + \frac{7 v_1^2 (\pi^2 + \lambda_0^2)(1 - e^{-2(n-1)\lambda_0}) t_0^2}{16(4\pi^2 + \lambda_0^2)\pi^2}\right\}, \quad \text{(76 f)}$$

Hier haben die mit $^{(0)}$ bezeichneten Grössen dieselbe Bedeutung, wie in (62) und (63).

Um endlich alle diese Grössen durch die Elongation auszudrücken, haben wir gemäss Satz II § 1 in alle Formeln ausser (73) und (74) für $C\varrho$ den Werth (64) einzusetzen. In die ersten Glieder der Ausdrücke (73) und (74) müssen wir dagegen den genauen Werth von $C\varrho$ einsetzen, der weiter unten (80, e) zu finden ist. Wir beginnen mit der Transformation von (75). Setzt man (58, a) in (75), so wird

$$\lambda_n = \lambda_0 - \frac{(13\pi^2 + 145\lambda_0^2)(1 - e^{-2\lambda_0})}{48(4\pi^2 + \lambda_0^2)} \Theta_n^2 \quad \text{(77)}$$

Die Grösse n hat sich völlig weggekürzt. Wir erhalten daher allgemein (s. das Nähere am Ende des § 12), entsprechend (59)

$$\lambda = \lambda_0 - \frac{(13\pi^2 + 145\lambda_0^2)(1 - e^{-2\lambda_0})}{48(4\pi^2 + \lambda_0^2)} \Theta^2 \quad \text{(78)}$$

Hieraus

$$\lambda_0 = \lambda + \frac{(13\pi^2 + 145\lambda^2)(1 - e^{-2\lambda})}{48(4\pi^2 + \lambda^2)} \Theta^2 \quad \text{(79)}$$

Dies ist *die Reductionsformel für das logarithmische Decrement.*

Wir erhalten ferner:

$$T_1 = T_1^{(0)}\left\{1 + \frac{\Theta_1^2(\pi^2 - 5\lambda_0^2)(1 - e^{-2\lambda_0})\, e^{\frac{2\lambda_0}{\pi}\operatorname{arctg}\frac{\pi}{\lambda_0}}}{8\lambda_0(4\pi^2 + \lambda_0^2)}\right\}, \quad \text{(80, a)}$$

$$\mathfrak{T}_n = \mathfrak{T}_n^{(0)}\left\{1 + \frac{\Theta_1^2(\pi^2 - 5\lambda_0^2)(1 - e^{-2n\lambda_0})\, e^{\frac{2\lambda_0}{\pi}\operatorname{arctg}\frac{\pi}{\lambda_0}}}{8n\lambda_0(4\pi^2 + \lambda_0^2)}\right\}, \quad \text{(80, b)}$$

$$T_n = T_n^{(0)}\left\{1 + \frac{\Theta_1^2(\pi^2 - 5\lambda_0^2)(1 - e^{-2\lambda_0})\, e^{\frac{2\lambda_0}{\pi}\operatorname{arctg}\frac{\pi}{\lambda_0} - 2(n-1)\lambda_0}}{8\lambda_0(4\pi^2 + \lambda_0^2)}\right\}, \quad \text{(80, c)}$$

$$\Theta_n = \Theta_n^{(0)}\left\{1 + \frac{\Theta_1^2(13\pi^2 + 145\lambda_0^2)(1 - e^{-2(n-1)\lambda_0})}{48(4\pi^2 + \lambda_0^2)}\right\}. \quad \text{(80, d)}$$

$$v_1 = C\varrho = v_1^0\left\{1 - \frac{\Theta_1^2\left[21(\pi^2 + \lambda_0^2)\, e^{\frac{2\lambda_0}{\pi}\operatorname{arctg}\frac{\pi}{\lambda_0}} - (13\pi^2 + 145\lambda_0^2)\right]}{48(4\pi^2 + \lambda_0^2)}\right\}, \quad \text{(80, e)}$$

$$v_n = v_n^{(0)}\left\{1 - \frac{\Theta_1^2\left[21(\pi^2 + \lambda_0^2)\, e^{\frac{2\lambda_0}{\pi}\operatorname{arctg}\frac{\pi}{\lambda_0} - 2(n-1)\lambda_0} - (13\pi^2 + 145\lambda_0^2)\right]}{48(4\pi^2 + \lambda_0^2)}\right\}. \quad \text{(80, f)}$$

Hier haben die mit $^{(0)}$ versehenen Grössen dieselbe Bedeutung, wie in (65).

Für t_0 erhalten wir endlich nach der § 9 gegebenen Vorschrift aus (80, b) den Ausdruck

$$t_0 = \frac{\pi\mathfrak{T}_n}{n\sqrt{\pi^2 + \lambda_0^2}} - \Theta_1^2\,\frac{\mathfrak{T}_n(1 - e^{-2n\lambda_0})(\pi^2 - 5\lambda_0^2)\, e^{\frac{2\lambda_0}{\pi}\operatorname{arctg}\frac{\pi}{\lambda_0}}}{8n\lambda_0(4\pi^2 + \lambda_0^2)}. \quad \text{(80, g)}$$

Ehe wir daran gehen die gefundenen additiven Glieder näher zu betrachten, wollen wir zeigen, dass die gefundenen Ausdrücke (76) und (80) den § 9 aufgestellten Bedingungen genügen. Dies ist in der That der Fall! Setzt man in T_1 statt v_1 den Buchstaben v_n, so muss die rechte Seite sich in T_n verwandeln (zweite Bedingung); thut man dies und setzt dann statt v_n den angenäherten Ausdruck $v_1 e^{-(n-1)\lambda_0}$ (Satz II § 1), so erhält man in der That (76, c). Schreibt man ebenso in (76, d) v_n statt v_1, ersetzt dann v_n im Hauptgliede durch den genauen Ausdruck (76, f), im additiven Gliede aber wieder nur durch $v_n = v_1 e^{-(n-1)\lambda_0}$, so erhält man genau (76, e). Es lässt sich leicht nachweisen, dass, damit diese Bedingung erfüllt sei, das additive Glied in v_n und der erste, von n unabhängige Theil des additiven Gliedes in θ_n denselben Zahlencoefficienten haben müssen. Dies ist erfüllt in (76, e) und (76, f), wo jener Coefficient $\frac{7}{16}$, und in (63, b) und (63, c), wo er gleich $-\frac{1}{16}$ ist. Das Erfülltsein dieser Bedingungen bedeutet, dass T_n und θ_n ebensolche Functionen sind von v_n, wie T_1 und θ_1 von v_1 und so muss es natürlich auch sein. Auch (80) genügen ebensolchen Bedingungen; z. B.: setzt man in (80, a) θ_n statt θ_1, so muss (80, c) entstehen und dies geschieht, wenn man noch statt θ_n den angenäherten Werth $\theta_1 e^{-(n-1)\lambda_0}$ setzt. Es ist also T_n eine ebensolche Function von θ_n wie T_1 von θ_1.

§ 18.

Wir wollen nun die in (76) und (80) gefundenen Correctionen einem genaueren Studium unterwerfen. Vor Allem fällt es bei einem Vergleiche dieser Formeln mit (62), (63) und (65) auf, dass durch Einführung der zweiten Correctionen die Art der Abhängigkeit der additiven Glieder von der Grösse λ_0, d. h. von der Stärke der Dämpfung eine bedeutende Veränderung erleidet, ja dass in vielen Fällen durch die zweiten Correctionen die ersten völlig in den Hintergrund gedrängt, so zu sagen maskirt werden. Am Auffallendsten ist dies bei der Grösse λ; ein Vergleich von (78) und (59) zeigt, dass durch Einführung der zweiten Correction das additive Glied in der Formel für das logarithmische Decrement sogar *sein Vorzeichen geändert hat.*

Wir beginnen mit der näheren Betrachtung von (78) und (79). — Die erstere Formel giebt uns den

Satz C. *Grundgleichung* (68, a). *Mit wachsender Elongation verringert sich das logarithmische Decrement.*

Dies theoretische Resultat findet eine Bestätigung in dem Eingangs erwähnten Mémoire. — Herr Wild findet für $\theta_1 = 501{,}98$ Scaleneinheiten $\lambda = 0{,}96435$ und für $\theta_1 = 175{,}58$ Sc. — $\lambda = 0{,}96540$.

Auch in Weber's Electrodyn. Massbest. Theil II p. 359 findet sich ein Beispiel von vier Bestimmungen des logarithmischen Decrementes, welches vier Elongationen entspricht und durch welche obiger Satz gleichfalls bestätigt wird. Da aber in beiden Fällen λ nicht direct, sondern nach der Reflexionsmethode bestimmt wurde, für welche wieder andere Correctionen einzuführen sind und da ferner bei diesen Bestimmungen die Multiplicatorfunction schwerlich gerade $1 - \varphi^2$ war, so kann ein wirklicher Vergleich der gefundenen Zahlenwerthe mit der Formel nicht stattfinden.

Für $\lambda_0 = 0$ ist das additive Glied in (78) Null, ebenso wie in (59). Mit wachsender Dämpfung wächst das Glied (nach der negativen Seite hin) und erreicht an der Grenze der aperiodischen Schwingungen seinen Maximumwerth

$$-\frac{145}{48}\Theta^2.$$

In (59) war der positive Maximumwerth des additiven Gliedes

$$+\frac{23}{48}\Theta^2.$$

Es ist also der Maximumwerth der zweiten Correctionen $\frac{145+23}{23}$ *oder 7,3 Mal grösser als der Maximumwerth der ersten Correction des logarithmischen Decrementes.*

Wir erhalten ausserdem

Satz D. *Grundgleichung* (68, a). *Mit wachsender Dämpfung wächst das additive Glied in der Formel des logar. Decrementes von Null bis* $-\frac{145}{48}\,\theta^2$.

Wir wenden uns der Formel (80, a) für die Schwingungsdauer zu.

Für $\lambda_0 = 0$ wird der Coefficient des additiven Gliedes in den Klammern gleich $\frac{1}{16}$ und man erhält die allbekannte Formel

$$t = t_0\,(1 + \tfrac{1}{16}\,\theta^2).$$

Mit wachsendem λ_0 wird der Coefficient kleiner; für

$$\lambda_0 = \frac{\pi}{\sqrt{5}} = 1{,}40496\ldots \text{ oder } \alpha = \frac{\varrho}{\sqrt{5}}, \text{ oder } \alpha = \frac{\beta}{\sqrt{6}}$$

wird er Null, da der Factor $(\pi^2 - 5\lambda_0)$ im Zähler Null. Bei weiter wachsender Dämpfung wird er *negativ*, erreicht für einen gewissen hohen Grad der Dämpfung ein Minimum, um dann wieder anzusteigen und wird an der Grenze der aperiodischen Schwingungen, für $\lambda_0 = \infty$, wieder zu Null. Dies letztere erkennt man ohne Weiteres daraus, dass λ_0 im Nenner in der dritten, im Zähler aber in der zweiten Potenz vorkommt.

NB. Man hat bei dieser Untersuchung in Betracht zu ziehen, dass

$$\lim_{\lambda_0 = 0} \left| \frac{1 - e^{-2\lambda_0}}{\lambda_0} \right| = 2$$

$$\lim_{\lambda_0 = \infty} \left| \frac{\lambda_0}{\pi} \operatorname{arctg} \frac{\pi}{\lambda_0} \right| = 1$$

ist.

Wir erhalten aus dem Vorigen den

Satz E. *Grundgleichung* (68, a). *In der Formel, die zur Reduction der Schwingungszeit auf unendlich kleine Bogen dient, verringert sich das Glied, welches bei* $\alpha = 0$ *den bekannten Werth* $\frac{1}{16}\,\theta^2$ *hat, mit wachsendem* α*; für* $\lambda_0 = \frac{\pi}{\sqrt{5}} = 1{,}40496$ *oder* $\alpha = \frac{\beta}{\sqrt{6}}$ *wird es Null, — die Schwingungen werden also in viel höherem Grade isochron, als es bei anderer Grösse der Dämpfung sonst der Fall ist. Wächst die Dämpfung noch weiter, so wird das Glied negativ — die Schwingungszeit bei endlichem Bogen ist also kleiner, als bei unendlich kleinem. Wächst die Dämpfung noch weiter, so erreicht der Coefficient zuerst ein negatives Minimum, um hierauf, absolut genommen wiederum kleiner werdend, an der Grenze der aperiodischen Schwingungen zu verschwinden.*

Das Negativwerden des Coefficienten rührt einzig von der *zweiten* Correction her, denn wenn nur die erste Correction in Betracht gezogen wird, so wird der Coefficient nie negativ, wie dies ohne Weiteres aus (65, a) zu sehen ist.

Wir wollen noch zum Schluss die, für die Praxis sehr wichtige Formel (80, e) betrachten, welche mit (76, d) so gut wie identisch ist. — Für $\lambda_0 = 0$ erhalten wir, da

$$v_1^{(\omega)} = \frac{\Theta_1 e^{\frac{\lambda_0}{\pi} \operatorname{arctg} \frac{\pi}{\lambda_0} \pi}}{t_0} \text{ ist, (s. (l) § 3),}$$

$$v_1 = \Theta_1 \beta \left(1 - \tfrac{1}{24} \Theta_1^2\right) \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (81)$$

Nach dieser Formel hat man also für den Fall, dass keine Dämpfung vorhanden ist, aus der beobachteten Elongation θ_1 die Anfangsgeschwindigkeit v_1 zu berechnen. — Es ist gewiss merkwürdig, dass die in (81) gefundene Correction identisch ist mit der bisher üblichen, welche man dadurch erhielt, dass die Anfangsgeschwindigkeit proportional $2 \sin \frac{\theta_1}{2}$ setzte (s. Wiedemann Galv. II, 217). Es ist

$$2 \sin \tfrac{\Theta_1}{2} = 2 \left\{ \tfrac{\Theta_1}{2} - \tfrac{1}{6} \tfrac{\Theta_1^3}{8} \right\} = \Theta_1 \left\{ 1 - \tfrac{1}{24} \Theta_1^2 \right\},$$

also genau, wie in (81).

Mit wachsender Dämpfung vergrössert sich der absolute Werth jener additiven Grösse. An der Grenze der aperiodischen Schwingungen, für $\lambda_0 = \infty$, wird das zweite Glied in den Klammern von (80, e) zu

$$- \Theta_1^2 \tfrac{(21e^2 - 145)}{48} = - \Theta_1^2 \tfrac{155{,}1700 - 145}{48} = - \tfrac{5{,}085}{24} \Theta_1^2 = - 0{,}21 \Theta_1^2.$$

Dies giebt:

Satz F. *Grundgleichung* (68, a). *In der Formel, nach welcher die Anfangsgeschwindigkeit als Function der Elongation zu berechnen ist, ist der Coefficient des additiven Gliedes für* $\lambda_0 = 0$, *wie bekannt,* $-\frac{1}{24}$; *mit wachsender Dämpfung wächst derselbe. Für* $\lambda_0 = \infty$, *an der Grenze der aperiodischen Schwingungen, wird jener Coefficient gleich* $\frac{21e^2 - 145}{48}$ *oder nahezu gleich* $-0{,}21$.

Cap. V.

§ 19.

Wir wollen nun noch drei Anwendungen unserer obigen Formel zeigen: 1) zur Messung der Stärke eines *momentanen* Stromes aus der ersten Elongation; 2) zur Bestimmung der Gleichgewichtslage aus der ersten Elongation unter Einwirkung eines *constanten* Stromes; 3) zur Bestimmung der Stärke eines momentanen Stromes nach der Multiplicationsmethode.

1) *Messung der Stärke eines momentanen Stromes aus der ersten Elongation.*

Es kommt dies darauf hinaus, aus der beobachteten Elongation θ_1 die Anfangsgeschwindigkeit v_1 zu berechnen. Die bisher übliche Formel lautete

$$v_1^{(0)} = \frac{\Theta_1 \pi}{t_0} e^{\frac{\lambda}{\pi} \operatorname{arctg} \frac{\pi}{\lambda}}.$$

Die corrigirte Formel lautet nach (80, e)

$$v_1 = \Theta_1 \frac{\pi}{t_0} e^{\frac{\lambda_0}{\pi} \operatorname{arctg} \frac{\pi}{\lambda_0}} \left\{1 - \frac{\Theta_1^2 \left[21 (\pi^2 + \lambda_0^2) e^{2 \frac{\lambda_0}{\pi} \operatorname{arctg} \frac{\pi}{\lambda_0}} - (13\pi^2 + 145\lambda_0^2)\right]}{48 (4\pi^2 + \lambda_0^2)}\right\}, \quad \ldots (81, a)$$

wo λ_0 seinerseits aus dem beobachteten λ nach der Formel (79) gefunden wird. In das additive Glied von v_1 kann man übrigens nach Satz II § 1 statt λ_0 einfacher λ setzen.

Vergleicht man zwei momentane Ströme mit einander, so hebt sich die störende Zahl t_0.

2) *Bestimmung der Gleichgewichtslage x aus der ersten Elongation θ unter Einwirkung eines constanten Stromes.*

Für $\lambda = 0$ ist x bekanntlich gleich $\frac{1}{2}\theta$. Ist dagegen Dämpfung vorhanden, so ist nach den bisher üblichen Formeln

$$x^{(0)} = \frac{\Theta}{1 + e^{-\lambda_0}} \quad \ldots (82)$$

Wir wollen die genauere Form für diese Relation aufsuchen. Der Winkel θ kann als Summe zweier aufeinanderfolgenden Elongationen φ_1 und $-\varphi_2$ angesehen werden, die, von der neuen Gleichgewichtslage aus gerechnet, vom Magnet erreicht werden. Es sei also

$$\Theta = \varphi_1 - \varphi_2.$$

Um φ_2 durch φ_1 auszudrücken benutzen, wir (80, d), wo nur $n = 2$ und statt θ_2 und θ_1 die Grössen φ_2 und φ_1 zu setzen sind. Wir erhalten

$$\varphi_2 = -\varphi_1 e^{-\lambda_0} \left\{1 + \frac{\varphi_1^2 (13\pi^2 + 145\lambda_0^2)(1 - e^{-2\lambda_0})}{48 (4\pi^2 + \lambda_0^2)}\right\};$$

also

$$\Theta = \varphi_1 (1 + e^{-\lambda_0}) + \frac{\varphi_1^3 (13\pi^2 + 145\lambda_0^2)(1 - e^{-2\lambda_0}) e^{-\lambda_0}}{48 (4\pi^2 + \lambda_0^2)}.$$

In das letzte Glied können wir nach Satz II § 1 statt φ_1 den angenäherten Werth $\frac{\theta}{1 + e^{-\lambda_0}}$ setzen. Dies Glied nehmen wir dann auf die andere Seite und finden so φ_1, welches aber nichts anderes als das gesuchte x ist:

$$x = \frac{\Theta}{1 + e^{-\lambda_0}} \left\{1 - \frac{\Theta^2 (13\pi^2 + 145\lambda_0^2)(1 - e^{-\lambda_0}) e^{-\lambda_0}}{48 (4\pi^2 + \lambda_0^2)(1 + e^{-\lambda_0})}\right\} \quad \ldots (83)$$

Dies ist der corrigirte Ausdruck (82).

§ 20.

3) *Bestimmung der Stärke eines momentanen Stromes nach der Multiplicationsmethode.*

Bei der Multiplicationsmethode wird bekanntlich diejenige Elongation gemessen,

welche einer verstärkten Anfangsgeschwindigkeit entspricht. Bezeichnet man die Letztere mit v_∞, so lautete die bisher übliche Formel

$$v_\infty^{(0)} = \frac{v_1^{(0)}}{1 - e^{-\lambda}} \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (84)$$

Aus der beobachteten Elongation Θ_∞ fand sich die Anfangsgeschwindigkeit v_1 nach der Formel

$$v_1^{(0)} = \Theta_\infty (1 - e^{-\lambda}) \frac{\pi}{t_0} e^{\frac{\lambda}{\pi} \operatorname{arctg} \frac{\pi}{\lambda}} \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (85)$$

Um die Correctionen zu finden, berechnen wir vor Allem v_∞. Nach (76, f) ist die erste Durchgangsgeschwindigkeit gleich

$$-v_2 = v_1 e^{-\lambda_0} \left\{1 + \frac{7 v_1^2 (1 - e^{-2\lambda_0}) (\pi^2 + \lambda_0^2) t_0^2)}{16\pi^2 (4\pi^2 + \lambda_0^2)}\right\} = v_1 e^{-\lambda_0} (1 + \mu v_1^2) \ldots\ldots (86)$$

Im Momente des Durchganges wird diesem Werthe v_1 hinzugefügt und wir erhalten also als Anfangsgeschwindigkeit bei der zweiten Schwingung

$$v_2' = v_1 e^{-\lambda_0} (1 + \mu v_1^2) + v_1 = v_1 (1 + e^{-\lambda_0}) + \mu e^{-\lambda_0} v_1^3.$$

Die Anfangsgeschwindigkeit v_3' der dritten Schwingung erhält man aus v_2', wie v_2' aus v_1 erhalten wurde; es wird: $v_3' = v_2' e^{-\lambda_0} (1 + \mu v_2'^2) + v_1$, d. h.

$$v_3' = [v_1 (1 + e^{-\lambda_0}) + \mu e^{-\lambda_0} v_1^3]\, e^{-\lambda_0} \{1 + \mu v_1^2 (1 + e^{-\lambda_0})^2\} + v_1,$$

da nach Satz II § 1 in $\mu v_2'^2$ für v_2' der nichtcorrigirte Ausdruck $v_1 (1 + e^{-\lambda_0})$ zu setzen ist. — Obiges giebt $v_3' = v_1 (1 + e^{-\lambda_0} + e^{-2\lambda_0}) + \mu v_1^3 e^{-\lambda_0} (1 + e^{-\lambda_0})^3 + \mu v_1^3 e^{-2\lambda_0}$.

Ebenso ergiebt sich weiter

$$v_4' = v_1 (1 + e^{-\lambda_0} + e^{-2\lambda_0} + e^{-3\lambda_0}) + \mu v_1^3 e^{-\lambda_0} (1 + e^{-\lambda_0} + e^{-2\lambda_0})^3 +$$
$$+ \mu v_1^3 e^{-2\lambda_0} (1 + e^{-\lambda_0})^3 + \mu v_1^3 e^{-3\lambda_0}.$$

$$v_5' = v_1 (1 + e^{-\lambda_0} + e^{-2\lambda_0} + e^{-3\lambda_0} + e^{-4\lambda_0}) + \mu v_1^3 e^{-\lambda_0} (1 + e^{-\lambda_0} + e^{-2\lambda_0} + e^{-3\lambda_0})^3 +$$
$$+ \mu v_1^3 e^{-2\lambda_0} (1 + e^{-\lambda_0} + e^{-2\lambda_0})^3 + \mu v_1^3 e^{-3\lambda_0} (1 + e^{-\lambda_0})^3 + \mu v_1^3 e^{-4\lambda_0}.$$

u. s. w.

Das Gesetz, nach welchem diese Ausdrücke gebildet werden, ist klar. Der Grenzwerth, dem sich v_n' für $n = \infty$ nähert, ist, da

$$1 + e^{-\lambda_0} + e^{-2\lambda_0} + \ldots\ldots = \frac{1}{1-e^{-\lambda_0}},$$

$$v_\infty = \frac{v_1}{1-e^{-\lambda_0}} + \frac{\mu v_1^3 e^{-\lambda_0}}{(1-e^{-\lambda_0})^3}\{1 + e^{-\lambda_0} + e^{-2\lambda_0} + \ldots\},$$

d. h.

$$v_\infty = \frac{v_1}{1-e^{-\lambda_0}} + \frac{\mu v_1^3 e^{-\lambda_0}}{(1-e^{-\lambda_0})^4},$$

oder, wenn für μ sein Werth aus (86) eingesetzt wird,

$$v_\infty = \frac{v_1}{1-e^{-\lambda_0}}\left\{1 + \frac{7 v_1^2 e^{-\lambda_0}(\pi^2+\lambda_0^2)(1+e^{-\lambda_0})\,t_0^2}{16\pi^2(4\pi^2+\lambda_0^2)(1-e^{-\lambda_0})^2}\right\} \ldots\ldots\ldots\ldots (87)$$

Diesen Ausdruck haben wir in (76, d) statt v_1 zu setzen, um die entsprechende Elongation θ_∞ zu finden und zwar haben wir in das Hauptglied, nämlich

$$\Theta_\infty^{(0)} = v_1 \frac{t_0}{\pi} e^{-\frac{\lambda_0}{\pi}\operatorname{arctg}\frac{\pi}{\lambda_0}}$$

für v_1 den ganzen Ausdruck (87) in das additive Glied von (76, d), dagegen nur den Haupttheil von (87) zu setzen. Wir erhalten auf diese Weise

$$\Theta_\infty = \frac{v_1 t_0 e^{-\frac{\lambda_0}{\pi}\operatorname{arctg}\frac{\pi}{\lambda_0}}}{(1-e^{-\lambda_0})\,\pi}\{1 + \gamma v_1^2\},$$

wo

$$\gamma = \frac{21(\pi^2+\lambda_0^2)(1+e^{-\lambda_0}+e^{-2\lambda_0}) - (13\pi^2+145\lambda_0^2)\,e^{-2\frac{\lambda_0}{\pi}\operatorname{arctg}\frac{\pi}{\lambda_0}}}{48(4\pi^2+\lambda_0^2)\,\pi^2(1-e^{-\lambda_0})^2}\,t_0^2.$$

Aus dieser Gleichung findet man endlich die *ursprüngliche* Anfangsgeschwindigkeit aus der letzten beobachteten Elongation nach der Formel:

$$\left.\begin{aligned} v_1 &= \Theta_\infty \frac{\pi}{t_0}(1-e^{-\lambda_0})\,e^{\frac{\lambda_0}{\pi}\operatorname{arctg}\frac{\pi}{\lambda_0}}\{1 - \varepsilon\Theta_\infty^2\} \\ \varepsilon &= \frac{\left[21(\pi^2+\lambda_0^2)(1+e^{-\lambda_0}+e^{-2\lambda_0})\,e^{2\frac{\lambda_0}{\pi}\operatorname{arctg}\frac{\pi}{\lambda_0}} - (13\pi^2+145\lambda_0^2)\right]}{48(4\pi^2+\lambda_0^2)} \end{aligned}\right\} \ldots\ldots\ldots (88)$$

Dies ist also die Correction von (85). — Zum Glück enthält ε nicht t_0, so dass diese Grösse beim Vergleich zweier Kräfte, wie früher, aus den Formeln sich weghebt.

Hier ist λ_0 der aus dem beobachteten λ nach (79) zu berechnende reducirte Werth des logarithmischen Decrementes.

§ 21.

Wir wollen zum Schluss eine Uebersicht der erhaltenen Resultate so zusammenstellen, dass der Experimentator sofort bequem alle nöthigen Formeln auffinden kann und zwar für den Fall, dass die Bewegung des Magneten durch die Gleichung

$$\frac{d^2\varphi}{dt^2} + 2\alpha \frac{d\varphi}{dt}(1 - \varphi^2) + \beta^2\varphi - \frac{\beta^2\varphi^3}{6} = 0$$

bestimmt ist.

Der Winkel φ als Function der Zeit ist dann gleich

$$\varphi = Ce^{-\alpha t}\sin\varrho t + \psi_1 + \psi_2,$$

wo ψ_1 in (41) und ψ_2 in (68) gegeben sind.

Nun hat der Experimentator vor Allem das auf unendlich kleine Bögen reducirte logarithmische Decrement λ_0 und die Schwingungsdauer, wenn gar keine Dämpfung vorhanden ist, t_0 zu bestimmen. Um λ_0 zu finden, bestimme man den Logarithmus λ des Verhältnisses zweier aufeinanderfolgendeu Elongationen, deren erste θ sei. Dann giebt uns (79) das reducirte logarithmische Decrement λ_0.

Die Schwingungszeit t_0 findet sich, indem man die Zeit $\mathfrak{T}_n$ von n aufeinanderfolgenden Schwingungen bestimmt, aus der Formel (80, g), wo θ_1 die Elongation bei der ersten Schwingung ist. In dieser Formel bedeutet λ_0 das reducirte logarithmische Decrement bei der geschwächten Dämpfung, bei welcher diese Schwingungen stattfinden.

Für die Zeit der ersten Schwingung T_1, der n^{ten} Schwingung T_n, von n aufeinanderfolgenden Schwingungen $\mathfrak{T}_n$, für die erste Elongation θ_1, die n^{te} Elongation θ_n, für die Anfangsgeschwindigkeit v_1 und die $(n-1)^{\text{te}}$ Durchgangsgeschwindigkeit v_n durch die Gleichgewichtslage finden sich die Formeln zusammengestellt in (76, a) bis (76, f), wo diese Grössen als Functionen der Anfangsgeschwindigkeit v_1 und in (80, a) bis (80, f), wo sie als Functionen der ersten Elongation θ_1 dargestellt sind. Ferner:

1) Um die *Stärke eines momentanen Stromes* durch die erste Elongation θ_1 zu messen, dient (81, a).
2) Um die Gleichgewichtslage x aus der ersten Elongation θ *unter Einwirkung eines constanten Stromes* zu finden dient (83).
3) Um die ursprüngliche Anfangsgeschwindigkeit v_1 aus der letzten constant gewordenen Elongation θ_∞ nach der Weber'schen *Multiplicationsmethode* zu finden dient (88).

St. Petersburg, den 5. (17.) März 1879.

ERRATA.

Pag.	*Zeile.*	*Gedruckt.*	*Lies.*
6	9 von oben	$\Theta_1{}^0 e^{-(n-1)\lambda^{(0)}}$	$(-1)^{n-1}\Theta_1{}^{(0)} e^{-(n-1)\lambda^{(0)}}$
16	10 von unten	t_0	λ_0
—	7 » »	$\Phi_1(t_0)$	$\Phi_1(t_0)$
18	6 » »	$\alpha \cos 3\rho t$	$a \cos 3\rho t$
19	2 von oben	$4(\alpha^2 - 8\rho^2)c$	$(4\alpha^2 - 8\rho^2)c$
22	7 von unten	$-3(\rho^2 - \alpha^2)$	$-3(\rho^2 + \alpha^2)$
23	12 » »	$e^{-\frac{\alpha\pi}{\rho}}$	$e^{\frac{\alpha\pi}{\rho}}$

BEKANNTMACHUNG

der Kaiserlichen Akademie der Wissenschaften.

Als im Jahre 1847, bald nach Rückkehr des Herrn Dr. A. Th. von Middendorff von seiner sibirischen Reise, seitens der Akademie der Wissenschaften die Herausgabe seiner Reisebeschreibung in deutscher Sprache begann, wurde, einfacherer Berechnung wegen, für jeden Band derselben, ohne Rücksicht auf seinen Umfang und die Zahl der in ihm enthaltenen Tafeln, einförmig der Preis von 5 Rub. 40 Kop. (6 Thlr.) bestimmt. Gegenwärtig kann das Werk, ungeachtet einer Lücke im zweiten Bande, als vollendet betrachtet werden, und zwar enthält dasselbe 16 Lieferungen, die zu 4 Bänden zusammengestellt sind. Da jedoch der Inhalt des Werkes ein sehr mannigfaltiger und fast jede der Lieferungen einer besonderen Specialität gewidmet ist, so hat die Akademie, um die verschiedenen Theile des Werkes den betreffenden Fachgelehrten zugänglicher zu machen, die Bestimmung getroffen, dass von nun an wie die Bände so auch die Lieferungen einzeln im Buchhandel zu haben sein sollen, und zwar zu den folgenden, nach Umfang und Zahl der Tafeln normirten Preisen.

Dr. A. Th. v. Middendorff's Reise in den äussersten Norden und Osten Sibiriens während der Jahre 1843 und 1844 mit Allerhöchster Genehmigung auf Veranstaltung der Kaiserlichen Akademie der Wissenschaften zu St. Petersburg ausgeführt und in Verbindung mit vielen Gelehrten herausgegeben. 4 B^{de} in 4^{0} (1847 — 1875).

	Silber.		Reichsm.	
	Rbl.	K.	Mrk.	Pf.
Bd. I. Th. I. Einleitung. Meteorologische, geothermische, magnetische und geognostische Beobachtungen. Fossile Hölzer, Mollusken und Fische. Bearbeitet von K. E. von Baer, H. R. Göppert, Gr. von Helmersen, Al. Graf. Keyserling, E. Lentz, A. Th. v. Middendorff, W. v. Middendorff, Johannes Müller, Ch. Peters. Mit 15 lith. Tafeln. 1848. LVI u. 274 S.	3	45	11	50
Bd. I. Th. II. Botanik. **Lf. 1.** Phaenogame Pflanzen aus dem Hochnorden. Bearbeitet von E. R. v. Trautvetter. 1847. Mit 8 lithogr. Tafeln. IX u. 190 S.	2	25	7	50
Lf. 2. Tange des Ochotskischen Meeres. Bearb. von F. J. Ruprecht 1851. Mit 10 chromolithogr. Tafeln. (Tab. 9 — 18.) S. 193 435.	3	95	13	20
Lf. 3. Florula Ochotensis phaenogama. Bearbeitet von E. R. v. Trautvetter und C. A. Meyer. Musci Taimyrenses, Boganidenses et Ochotenses nec non Fungi Boganidenses et Ochotenses in expeditione Sibirica annis 1843 et 1844 collecti, a fratribus E. G. et G. G. Borszczow disquisiti. Mit 14 lithogr. Tafeln. (19—31.) 1856. 148 S.	2	45	8	20
Bd. II. Zoologie. **Th. I.** Wirbellose Thiere: Annulaten. Echinodermen. Insecten. Krebse. Mollusken. Parasiten. Bearbeitet von E. Brandt, W. F. Erichson, Seb. Fischer, E. Grube. E. Ménétriès, A. Th. v. Middendorff. Mit 32 lith. Tafeln. 1851. 516 S. (Beinahe vergriffen.)	7	35	24	50
Th. II. Lf. 1. Wirbelthiere. Säugethiere, Vögel und Amphibien. Bearb. von Middendorff Mit 26 lithogr. Tafeln. 1853. 256 S. (Vergriffen.)	6	35	21	20
Bd. III. Ueber die Sprache der Jakuten. Von Otto Böhtlingk. **Th. I. Lf. 1.** Jakutischer Text mit deutscher Uebersetzung. 1851. 96 S.	—	80	2	70
Lf. 2. Einleitung. Jakutische Grammatik. 1851. S. LIV u. 97—397.	2	30	7	70
Th. II. Jakutisch-deutsches Wörterbuch. 1851. 184 S.	1	40	4	70
Bd. IV. Sibirien in geographischer, naturhistorischer und ethnographischer Beziehung. Bearbeitet von A. v. Middendorff. **Th. I.** Uebersicht der Natur Nord- und Ost-Sibiriens. **Lf. 1.** Einleitung. Geographie und Hydrographie. Nebst Tafel II bis XVIII des Karten-Atlasses. 1859. 200 S. und 17 Tafeln des Atlasses.	3	15	10	50
Lf. 2. Orographie und Geognosie. 1860. S. 201—332. (Vergriffen.)	1	10	3	70
Lf. 3. Klima. 1861. S. 333—523 u. XXV.	1	70	5	70
Lf. 4. Die Gewächse Sibiriens. 1864. S. 525—783 u. LVI.	2	45	8	20
Th. II. Uebersicht der Natur Nord- und Ost-Sibiriens. **Lf. 1.** Thierwelt Sibiriens. 1867. S. 785—1094 u. XIII.	2	50	8	30
Lf. 2. Thierwelt Sibiriens (Schluss). 1874. S. 1095—1394.	2	30	7	70
Lf. 3. Die Eingeborenen Sibiriens (Schluss des ganzen Werkes). 1875. S. 1395—1615. Mit 16 lith. Tafeln	3	25	10	80

SMITHSONIAN INSTITUTION LIBRARIES
3 9088 01769 5628